

THÈSE DE
PARIS.

1890
N^o. 78.

E A, N^o 132.

N^o D'ORDRE

678

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS-SCIENCES NATURELLES

PAR

ALBERT BILLET,

DOCTEUR EN MÉDECINE,

MÉDECIN-MAJOR DE DEUXIÈME CLASSE.

1^{re} THÈSE. — CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DE LA MORPHOLOGIE ET DU DÉVELOPPEMENT DES BACTÉRIACÉES.

2^e THÈSE. — PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

Soutenues le 16^{juin} 1890, devant la Commission d'examen.

MM. HÉBERT..... *Président.*

G. BONNIER.....

A. GIARD..... } *Examinateurs.*

LILLE

IMPRIMERIE L. DANIEL.

—
1890

SÉRIE A, N° 132.

N° D'ORDRE

678

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS-SCIENCES NATURELLES

PAR

ALBERT BILLET,

DOCTEUR EN MÉDECINE,

MÉDECIN-MAJOR DE DEUXIÈME CLASSE.



1^{re} THÈSE. — CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DE LA MORPHOLOGIE ET DU DÉVELOPPEMENT DES BACTÉRIACÉES.

2^e THÈSE. — PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

Soutenues le 16th juin 1890, devant la Commission d'examen.

MM. HÉBERT..... *Président.*

G. BONNIER..... } *Examinateurs.*
A. GIARD..... }

LILLE

IMPRIMERIE L. DANIEL.

1890

ACADÉMIE DE PARIS

FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

MM.

<i>Doyen</i>	DARBOUX	Géométrie supérieure.
<i>Professeurs honoraires</i> .	PASTEUR.	
	DUCHARTRE	Botanique.
	HÉBERT, <i>Doyen honoraire</i> .	Géologie.
	DE LACAZE-DUTHIERS..	Zoologie, Anatomie, Physiologie comparée.
	HERMITE.....	Algèbre supérieure.
	TROOST	Chimie.
	FRIEDEL	Chimie organique.
	O. BONNET	Astronomie.
	TISSERAND.....	Astronomie.
	LIPPMANN.....	Physique.
	HAUTEFEUILLE	Minéralogie.
	BOUTY.....	Mécanique rationnelle.
	APPELL	Physique.
<i>Professeurs</i>	DUCLAUX	Chimie biologique.
	BOUSSINESQ	Mécanique physique et expérimentale.
	PICARD	Calcul différentiel et calcul intégral.
	POINCARÉ.....	Calcul des probabilités, Physique, Mathématiques.
	Y. DELAGE	Zoologie, Anatomie, Physiologie comparée.
	BONNIER	Botanique.
	DASTRE	Physiologie.
	DITTE	Chimie.
	WOLF	Physique céleste.
<i>Professeurs adjoints</i>	J. CHATIN	Zoologie, Anatomie, Physiologie comparée.
	JOLY.....	Chimie.
	RIBAN	Chimie analytique.
<i>Chargés de Cours</i>	VÉLAIN.....	Géographie physique.
	GIARD.....	Évolution des êtres organisés.
<i>Secrétaire</i>	PHILIPPON.	

A M. le Professeur

Alfred Giard,

*Hommage de notre pro=
fonde gratitude et de notre
respectueuse affection.*

A. Billet.



Digitized by the Internet Archive
in 2026

AVANT-PROPOS.

Les recherches qui font l'objet de ce travail ont été entreprises dès l'année 1885. Depuis lors, malgré des vicissitudes nombreuses, elles n'ont pas été interrompues. Néanmoins, en raison de l'insuffisance de nos propres moyens matériels, et aussi à cause de l'éloignement de tout centre bactériologique assez bien organisé pour nous permettre de vérifier certaines de nos données, il eût été hasardeux, pour ne pas dire téméraire, de les produire à leur origine.

Voilà pourquoi nous sommes tout d'abord et profondément reconnaissant envers M. le Directeur du Service de santé au Ministère de la Guerre, d'avoir bien voulu nous proposer au choix de M. le Ministre pour l'emploi que nous avons occupé à l'Ecole spéciale militaire de Saint-Cyr, et de nous avoir ainsi fourni l'occasion de profiter des immenses ressources que la ville de Paris possède, à peu près seule en France, jusqu'à présent, pour ce genre de recherches.

Qu'il nous soit ensuite permis d'adresser tous nos remerciements à M. le Professeur BALBIANI, du Collège de France, et à son dévoué collaborateur, M. le D^r HENNEGUY, qui ont mis gracieusement à notre disposition les nouveaux locaux du Laboratoire d'Embryogénie comparée, si bien outillé au point de vue de la technique bactériologique moderne. Grâce à leur bienveillant accueil et à leurs conseils, il nous est devenu possible de contrôler nos premiers résultats, et de les compléter par d'autres observations entièrement nouvelles.

Enfin, nous nous faisons un devoir et un plaisir d'ajouter, ici, qu'une grande partie de nos études s'est accomplie au Laboratoire

de Zoologie maritime de Wimereux, fondé et dirigé par M. le Professeur A. GIARD, si habilement secondé dans son œuvre par notre excellent ami, M. JULES BONNIER. C'est là, nous sommes heureux et fier de le proclamer, c'est dans les leçons pratiques, et peut-être plus encore dans les causeries familières et pleines d'érudition qui font le charme et le cachet particulier de l'enseignement de notre cher Maître, que nous avons appris à étudier et à aimer la Nature. Le souvenir d'une pareille méthode ne saurait être oublié par aucun de ceux à qui elle a été si profitable. Pour nous, c'est tout à la fois un souvenir et une reconnaissance ineffaçables, que nous gardons fidèlement dans notre esprit et dans notre cœur.

Paris, le 1^{er} novembre 1889.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DE LA MORPHOLOGIE ET DU DÉVELOPPEMENT DES BACTÉRIACÉES.

INTRODUCTION ET HISTORIQUE.

S'il existe un groupe d'êtres organisés dont l'étude ait passionné les biologistes, c'est à coup sûr celui des *Bactériacées* (1). Pour s'en convaincre, il suffit de consulter la liste vraiment colossale des travaux concernant la Bactériologie, pendant ces dix dernières années. Malgré cela, il n'existe pas de végétaux dont l'histoire soit aussi peu éclaircie. Non-seulement on discute encore sur la place qui doit leur être assignée dans la série végétale, mais leurs caractères morphologiques et spécifiques ne sont rien moins que définis.

Après avoir été brillamment inaugurée par LEEUWENHOEK (366), O.-F. MÜLLER (430), EHRENBERG (184), DUJARDIN (175), C. ROBIN (534), COHN (127), DAVAINÉ (153), HOFFMANN (292), cette étude morphologique a été brusquement délaissée, ou plutôt détournée vers une autre voie. En effet, à peine les premières Bactériacées étaient-elles connues, qu'une foule de phénomènes physiques et chimiques, jusque-là inexplicables, et en relation directe avec ces microorganismes, ont réclamé une solution immédiate. Les admi-

(1) Nous employons le terme général de *Bactériacées*, pour désigner l'ensemble de ce groupe de microorganismes (et non une division spéciale d'entre eux, à l'exemple de ZOPF (662) *. Adopté par M. le Prof. VAN TIEGHEM (598), il a au moins le mérite de ne rien préjuger sur la nature même de ces végétaux. L'absence de chlorophylle est un caractère insuffisant pour déterminer leur place parmi les champignons, et légitimer le terme de *Schizomycètes*, qu'on leur donne couramment, depuis C. VON NÄGELI (432).

* Les chiffres arabes en caractères gras placés entre parenthèses, soit dans le texte, soit dans les notes, renvoient à l'index bibliographique, page 149.

rables travaux de PASTEUR, de R. KOCH, et de leurs élèves, les résultats merveilleux auxquels sont arrivés ces habiles expérimentateurs, au point de vue du rôle des Bactériacées et autres microphytes dans les fermentations et les putréfactions, rôle qui s'est étendu bientôt aux maladies infectieuses, ont surexcité le zèle d'une pléiade de chercheurs plus préoccupés de l'action des « Microbes », comme les a nommés SÉDILLOT (569), que de leur morphologie (1).

(1) Il nous faudrait plus de place que ne comportent le cadre et le but de ce travail, consacré essentiellement à la morphologie des Bactériacées, pour donner la liste, même abrégée, des mémoires traitant de ces microorganismes, au point de vue des fermentations et des maladies. Nous nous contenterons de citer les principaux. Entrevue par CAGNIARD-LATOUR (105), par SCHWANN (568) en 1837 et par TIRPIN (611) en 1838, la théorie des *germes* est entièrement l'œuvre de PASTEUR. On peut dire que tous les travaux concernant le rôle des microorganismes, dans les fermentations et les maladies, sont basés sur les théories émises par PASTEUR. Ce grand mouvement scientifique date de ses premiers mémoires sur la fermentation lactique (469) et alcoolique (469 bis) 1857. Dès lors, l'œuvre se poursuit, presque sans interruption, marquant à chaque pas une découverte dans l'étude des propriétés des « microbes ». Nous citerons encore, de PASTEUR, ses mémoires sur la fermentation tartrique (470) 1858, — sur les générations spontanées (471), et la grande discussion qui éclata à ce sujet, entre lui, d'une part, POUCHET (508), JOLY et MUSSET (303), d'autre part, de 1860 à 1864, — sur la fermentation butyrique (472) 1861, — sur la fermentation acétique (476) 1862, — sur la putréfaction (473) 1863, — sur le vin et sur la bière (475) 1866-76, — sur les maladies des vers à soie (477) 1868-1870, — sur la fermentation ammoniacale de l'urée (474) 1863, en partie avec la collaboration de JOUBERT (483) 1876, — sur le *Vibrion septique* (478) 1877, — sur le charbon (479) 1879-83 où RAYER (524), dès 1850, avait déjà signalé l'existence des *Bactéridies*. Une grande partie de ces travaux sur le charbon ont été faits en collaboration de JOUBERT (484), de JOUBERT et CHAMBERLAND (486), de CHAMBERLAND (488), de CHAMBERLAND et ROUX (489). — Sur le choléra des poules (480), la furonculo-e, la fièvre puerpérale et l'ostéomyélite (481) 1880, — sur le rouget du porc en collaboration avec THUILLIER (492) 1882-83, etc. A côté des travaux de PASTEUR, citons ceux de DAVAINÉ (155), de LEPLAT et JAILLARD (361), de P. BERT (49) de TOUSSAINT (602), de BOULEY (86), de COLIN (133), sur le charbon, 1863-81, de TOUSSAINT sur la tuberculose (603), le choléra des poules (602 bis) et la clavelée (603 bis) 1880-81, de CHAUVÉAU, sur l'atténuation des virus (122) 1868-89, et en particulier du virus charbonneux (121) 1879-89, de STRAUS (579) et CHAMBERLAND (580) 1882-87, sur le charbon, de BOULEY (88) sur la péripneumonie contagieuse des bêtes à cornes et sur la tuberculose (89) 1882-84, — de DUCLAUX, sur le lait (169) 1882, — sur le clou de Biskra (171) 1884 ; sur les microbes des pustules d'impétigo, en collaboration avec BOUCHERON (174 bis) 1886, — d'ARLOING, CORNEVIN et THOMAS (13), de BOULEY (87), de NOCARD et ROUX (453), de ROUX (549), sur le charbon bactérien ou symptomatique 1880-88 ; de CORNEVIN, sur le rouget du porc (135) 1885 ; — de CHAUVÉAU et ARLOING, sur la septicémie gangréneuse (123) 1886 ; — de NOCARD, sur la mammite gangréneuse des brebis laitières (450), sur le farcin du bœuf (451) 1887-88 ; de NOCARD et MOLLÉREAU (452), sur la mammite contagieuse des vaches laitières 1887 ; — de ROUX et YERSIN (551), sur la diphtérie, 1888-89 ; — de THOINOT

Le petit nombre de morphologistes qui continuent l'œuvre à peine ébauchée, se sont divisés bientôt en deux camps : les uns partisans des idées de COHN, c'est-à-dire de l'immuabilité des formes bacté-

et MASSELIN (590), sur la septicémie spontanée des lapins, 1889. Parallèlement à ces travaux de l'école française, viennent se placer ceux de l'école allemande, qui ne sont pas moins importants. Les plus remarquables sont ceux de : R. KOCH sur le charbon (332) 1877-82, dont quelques-uns en collaboration de GAFFKY et LÖFFLER (340), — sur la fièvre récurrente (333) 1877, après OBERMEIER (457) qui le premier, en 1873, décrit le *Spirochæte* du sang des malades atteints de cette maladie, — sur les maladies infectieuses des plaies (334) 1878 ; — sur la septicémie de la souris et du lapin ; — sur le bacille de l'œdème malin (336) 1881, identique avec le *vibron septique* déjà décrit par PASTEUR en 1877 ; — sur la tuberculose (337), 1882-84, dont la contagiosité avait déjà été démontrée, en 1865, par VILLEMEN (619), — sur le choléra (338) 1884. Puis viennent les travaux de EBERTH (179) 1880, de GAFFKY (235) 1884, sur la fièvre typhoïde, où COZE et FELTZ (145), en 1872, avaient déjà décrit des bâtonnets, travaux corroborés par TAYON (588) 1884, ARTAUD (17) 1885, et surtout par CHANTEMESSE et WIDAL (116) 1887 ; — de FRIEDLÄNDER (232) 1882, et de FRÄNKEL (227) 1884, sur la pneumonie fibrineuse : — de ROSENBAACH (540) 1884, et de PASSET (468) 1885, sur la pyogénie ; — de E. KLEIN (327 bis) 1877-88, de DETMERS (160) 1881, de LÖFFLER (376), de SCHÜTZ (567), de LYDTIN et SCHOTTELUS (391) 1885, de KITT (311) 1885-87, sur le rouget du porc ; — de KITT (312) 1887-89, sur le charbon symptomatique. Citons encore, parmi les travaux français et étrangers : 1° Au point de vue des fermentations, les travaux de RAULIN (523) 1869, sur les fermentations en général ; — de VAN TIEGHEM (591), MIQUEL (421,422), GUYARD (268), VON JACKSCH (300), LEUBE (365) 1864-89, sur la fermentation de l'urée et de l'acide hippurique ; — de VAN TIEGHEM (592) et PRAZMOWSKI (511) 1879-80, sur la fermentation butyrique ; — de SCHLESING (560) et MUNTZ (431), DUCLAUX (172), GAYON et DUPETIT (244), SCHNETZLER (561) 1878-87, sur la nitrification ; — de C. HANSEN (275) 1879, sur la fermentation acétique ; — de BOUTROUX (90) 1880-88, sur la fermentation glyconique ; — de BRIEGER (93) 1884, sur la fermentation propionique ; — de LOTHAR-MEYER (416), PLAUCHUD (501), ÉTARD et OLIVIER (204), WINOGRADSKY (642, 643, 645), HOLSCHERNIKOFF (294) 1864-89, sur la fermentation sulfhydrique ; — de FITZ (216) 1876-84, sur la fermentation éthylique ; — 2° Au point de vue de la pathogénie des maladies infectieuses de l'homme et des animaux, et de la question si importante de l'immunité contre ces mêmes maladies, les travaux généraux de DAVINE (153, 154) 1859-68, PASTEUR (471,481) 1861-80, HALLIER (271, 272) 1866-68, BÉCHAMP (42) 1868-88, BEAL-LIONEL (41), EBERTH (178) 1872, LISTER (373) 1873-81, BILLROTH (60) 1874, ORTH (464) 1874-77, KLEBS (313,321) 1875-87, VON NÄGELI (432-433) 1877-82, WEIGERT (637) 1877, BASTIAN (36) 1878), E. KLEIN (323,326 bis) 1878-85, CHAUVÉAU (122) 1868-89, R. KOCH (335, 339) 1881-88, LÖFFLER (374), BOLLINGER (74) 1881, BÜCHNER (97), DUCLAUX (174) 1882-86, TYNDALL (612), PERRONCITO (493) 1882, FLÜGGE (218) 1883-88, AUFRECHT (20 bis), BAUMGARTEN (40) 1884-88, CORNIL (137) et BABES (141 bis), PETER (495), BALBIANI (31) 1886, METSCHNIKOFF (407) 1887-89, BOUCHARD (83), ROCHARD (536) 1888-89... et les travaux spéciaux de BOLLINGER (73) 1872-85, FRISCH (234) 1876-79, OLLIVE (461) 1879, GREENFIELD (264) 1879-80, BURDON-SANDERSON (100) 1880, BÜCHNER (96), FOKKER (220) 1880-82, POINCARÉ (504) 1880, ROLOFF (539), FELTZ (208) 1882-86, GIBIER (253), E. KLEIN (324), RODET (537) 1882, PERRONCITO (494) 1882-89, CHAMBERLAND et ROUX

riennes ; les autres, au contraire, avec RAY-LANKESTER, CIENKOWSKI et ZOPF, professant ce que l'on a appelé la théorie du *polymorphisme* ou du *pléomorphisme*. Pour les premiers, chaque forme d'élément

(112), CHAMBRELENT et MOUSSOUS (113), 1883, OSOL (465), KOUBASSOFF (343) 1885, ARLOING (40) 1885, G. FRANK (226 *bis*) 1886-88, TAVEL (587), STRAUS (579), CHAMBERLAND (111), ROUX (547) 1887, DI MATTEI (402) 1887-88, METSCHNIKOFF (409) 87-88, LUBARSCH (381), BOUCHARD (84), CHARRIN et GUIGNARD (118 *bis*), BEHRING (44), KARLINSKI (305) 1888-89... sur le charbon ; — de KLEBS (319) 1877, BAUMGARTEN (38) 1880-85, BALMER et FRÄNTZEL (30), RANSOME (519), RINDFLEISCH (533) 1882, JOHNE (304), RAYMOND et ARNAUD (525), BABES (23, 25), PÜTZ (516), KÖNIG (341), ROSENSTEIN (544), SCHUCHARDT et KRAUSE (566), SCHLEGTELDAL (559), BOLLINGER (75), WEICHSELBAUM (632), DÉJÉRINE (157), CORNIL et BABES (141), DOUTRELEPONT (164) 1883-84, ARLOING (41) 1884-87, NOCARD (448) 1885, DURAND-FARDEL (176) 1886, SANTI-SIRENA (553), NOCARD et ROUX (454), CADÉAC et MALET (103), BLAINE (67), LANDOUZY et MARTIN (351) 1887, CORNIL (138), LANGERHANS (352) 1888,... sur la tuberculose ; — de MALASSEZ et VIGNAL (396) 1883-84, EBERTH (181), NOCARD (449) 1885, CHANTEMESSE (114) 1887, CHARRIN et ROGER (120) 1888, NOCARD et THOINOT (456), DOR (163), GRANCHER et LEDOUX-LEBART (263) 1889... sur la tuberculose zoogénique et la pseudo-tuberculose ; — de KLEBS (315) 1875, TALAMON (585), ZIEHL (657), SALVIOLI (552) 1883, EMMERICH (190) 1884, ARTIGALAS (49) 1885, WEICHSELBAUM (634), TOUTON (604) 1886, GAMALEÏA (241) 1888... sur la pneumonie fibrineuse ; — de NEISSER (436) 1879-86, A. HANSEN (274), ARNING (16) 1880, CORNIL (136) 1881, BABES (23, 24), 1883, F. MÜLLER (429), UNNA (613, 614), LELOIR (360) 1884-86, BORDONI-UFFREDUZZI (79) 1887... sur la lèpre ; — de CHRISTOT et KIÉNER (124) 1868, BOUCHARD, CAPITAN et CHARRIN (85), LÖFFLER et SCHÜTZ (379) 1882, ISRAËL (298), WASSILIEFF (629), KITT (310) 1883, WEICHSELBAUM (633), CADÉAC et MALET (104), CSOKOR (146), 1885-87, LÖFFLER (377) 1886, KRANZFELD (344), LUDWIG (383) 1887... sur la morve ; — de NICATI et RIETSCH (445 *bis*), VAN ERMENGEM (197), E. KLEIN (326), EMMERICH (491), DOYEN (166), FERRAN (210), HÜPPE (296, 296 *bis*), SCHOTTELIUS (562), GIBIER et VAN ERMENGEM (256), BIEDERT (52) 1884-85, KLEBS (320) 1885-87, BOCHFONTAINE (68), BUDJWID (98), BRIEGER (94 *bis*), LUSTIG (389), GAMALEÏA (238) 1886-88,... sur le choléra asiatique ; — de FINKLER et PRIOR (213) 1884, G. FRANK (226) 1888,... sur le choléra nostras ; — de KLEBS (317) 1879, AUFRECHT (21) 1881, MARTINEAU et HAMONIC (401), BIRCH-HIRSCHFELD (63) 1882, MORISON (426) 1883, LUSTGARTEN (388) 1884, ALVAREZ et TAVEL (8), DOUTRELEPONT (165) 1885, BENDER (46) 1887... sur la syphilis ; — de HALLIER (272) 1868, NEISSER (437) 1879, WEISS (638) 1880, LEISTIKOW (359), BOCKHART (69) 1882, BUMM (99) 1884-87, KREIS (346), LUNDSTRÖM (387), DE SÉNÉTY et HENNEGVY (573) 1885, GIOVANNINI (527), ROUX (546 *bis*), VON ZEISSL (654) 1886, LEGRAIN (356), HARTDEGEN (278) 1887... sur la blennorrhagie ; — de OGSTON (460) 1882, BECKER (43) 1883, RIBBERT (529), KRAUSE (345), ROSENBACH (540), RODET (538) 1884... sur l'ostéomyélite ; — de NEPVEU (439) 1870, ORTH (463) 1873, LUKOMSKY (386), RECKLINGHAUSEN (526) 1874, WOLF (647) 1880, EHRLICH (185) 1880, FEHLEISEN (207) 1880-83, DENUCÉ (150) 1886, VON EISELSBERG (187), METSCHNIKOFF (410) 1887, BENDER (46 *ter*) 1888... sur l'érysipèle ; — de LETZERIC (363) 1869-74, OERTEL (459), 1871, KLEBS (314) 1875, NICATI (445) 1879, TALAMON (584) 1881, EMMERICH (189) 1884, LÖFFLER (375) 1884-87, COLIN (134 *bis*) 1885, RIBBERT (531) 1887, ZARNIKO (653), PRUDDEN (515) 1889... sur la diphtérie ; — de MAYRHOFER (404) 1865,

bactérien représente le type d'un genre spécial ; pour les autres, au contraire, on peut trouver dans un seul et même type la série de toutes ces formes, dérivant les unes des autres.

ORTH (462) 1873, HEIBERG-HJALMAR (283) 1873-80, DOLÉRIS (162) 1880, AUFRECHT (22) 1884, EISENBERG (188 *bis*) 1888... sur la fièvre puerpérale ; — de COZE et FELTZ (145), COHN (130), LUGENBÜHL (385) 1872, KLEBS (316) 1879, CORNIL et BABES (140) 1883, VOIGT (621) 1885, GUTTMANN (267), MAROTTA (400) 1886, GARRÉ (242) 1887... sur la variole ; — de COZE et FELTZ (145) 1872, CORNIL et BABES (141 *bis*) 1886... sur la rougeole ; — de COZE et FELTZ (145) 1872, HAHN (270) 1882, POHL-PINKUS (503) 1883, E. KLEIN (327) 1887, JAMIESON et EDINGTON (301), SMITH (575), ESCHERICH (202) 1887... sur la scarlatine ; — de LETZERIC (364) 1878, KLEBS (318), TIZZONI (600) 1880, WERNICH (640) 1880-82, RAPPIN (520), A. FRANK (223), HANOT (276), MEYER (417) 1881, ALMQUIST (5), LUDWIG (382) 1882, BOENS (71) 1883, FRÄNKEL et SIMMONDS (228), SEITZ (570), NEUHAUSS (443), WYSSOKOWITSCH (650), SIROTININ (574), BEUMER et PIEPER (50), MEADE-BOLTON (76) 1886... sur la fièvre typhoïde ; — de ENGEL (192) 1873, WEIGERT (636) 1876, COHN (131), BIRCH-HIRSCHFELD (62), ALBRECHT (3), CARTER (107), LEWIS (367) 1879, MÜLHAUSER (428) 1884, METSCHNIKOFF (408) 1887... sur la fièvre récurrente ; — de KLEBS et TOMMASI-CRUDELI (322) 1879, CUBONI et MARCHIAFAVA (148) 1881, ZIEHL (656) 1882, CECI (109) 1883... sur la fièvre intermittente qui, pour d'autres auteurs, serait due, non pas à des éléments bactériens, mais à des hématozoaires flagellés, entrevus pour la première fois par LAVERAN en 1881, et retrouvés depuis par RICHARD, MARCHIAFAVA, CELLI, STERNBERG, GOLGI, OSLER, METSCHNIKOFF ; — de D. FREIRE (230) 1880, CAPITAN et CHARRIN (106) 1881, CORNIL et BABES (23 *bis*) 1883, D. FREIRE, GIBIER et REBOURGEON (231) 1884, DE LACERDA (350) 1887, GIBIER (255) 1888... sur la fièvre jaune ; — de CHANTEMESSE et WIDAL (117) 1886... sur la dysentérie épidémique ; — de DAMASCHINO et CLADO (152) 1884, LESAGE (362) 1887-88... sur la diarrhée verte infantile ; — de AFANASSIEFF (2) 1887... sur la coqueluche ; — de NICOLAÏER (447) 1884, ROSENBAACH (542) 1886, VERNEUIL (616 *bis*), HOCHSINGER (291), BONOME (78) 1887-88, BENNER (47), BELFANTI et PESCAROLO (45) 1888... sur le tétanos ; — de LEBER (355) 1867, ARNDT (15) 1880, MILLER (418) 1882-87, RASMUSSEN (522) 1883... sur la carie dentaire ; — de CORNIL et ALVAREZ (139) 1885, PALTAUF et VON EISELSBERG (466) 1886, BENDER (46 *bis*), DITTRICH (161) 1887... sur le rhinosclérome ; — de BIRCH-HIRSCHFELD (65) 1876, KÖSTER (342) 1878, HAMBURG (273) 1880, NETTER (440) 1886, WEICHSELBAUM (635 *bis*), 1887... sur l'endocardite ulcéreuse ; — de AUFRECHT (20) 1880, LEYDEN (369) 1883, FRÄNKEL (227 *bis*) 1886, WEICHSELBAUM (635), NETTER (441) 1887, FOA et BORDONI-UFFREDUZZI (219) 1888... sur la méningite cérébro-spinale ; — de D. FREIRE (230 *bis*), RAPPIN (521), SCHEUERLEN (557), SCHILL (558) 1887, FRANCKE (222), ROSENTHAL (545) 1888... sur le cancer et autres tumeurs malignes ; — de BOINET et DEPÉRET (72, 72 *bis*), GESSARD (246 *bis*), CHANTEMESSE (115), HEYDENREICH (290 *bis*), PONCET (507), RIETSCH et DU BOURGUET (532) 1884-89... sur les boutons ou clous de Biskra, d'Alep, de Pendeh, du Nil, de Gafsa, les ulcères du Tonkin et de l'Yémen ; — de GALTIER (237) 1881-88, PASTEUR, CHAMBERLAND, ROUX (482, 490) et THUILLIER (491), GIBIER (254), H. FOL (221) 1884-87, ABREU (1), FRISCH (234 *bis*) 1886-87, GAMALEIA (239), BARDACH (33), H. ERNST (198), DE RENZI et AMOROSO (528), CELLI (110), BABES (26 *bis*) 1887, HÖGYES (293), ROUX (546), ZAGARI (652) FERRAN (211), FERRÉ (212), NOCARD et ROUX (455), HELMAN (287) 1888... sur la rage ; — de CHARRIN (118) 1889... sur la maladie

Les premiers observateurs, examinant ces organismes dans les liquides, les ont décrits comme des corpuscules isolés, plus ou moins mobiles, les uns arrondis, les autres sous l'aspect de petits bâtonnets, droits ou courbes ou même spiralés. C'est, en effet, la phase la plus commune sous laquelle les Bactériacées se présentent. Chaque forme d'éléments constitue un genre particulier, d'où :

1° Les genres à forme d'éléments arrondis : *Micrococcus*, *Streptococcus* ;

2° Les genres à formes en bâtonnets rectilignes, plus ou moins longs : *Bacillus*, *Bacterium* ;

3° Les genres à formes en bâtonnets, simplement ondulés ou courbes : *Vibrio* (1) ;

4° Les genres à formes d'éléments spiralés : *Spirillum*, *Spirochæte*.

Cette conception première du groupe des Bactériacées, est la

pyocyanique, etc. Enfin les travaux non moins intéressants sur les Bactériacées parasites ou pathogènes des végétaux, et, en premier lieu, ceux concernant les tubercules radicaux de certaines plantes, principalement les Légumineuses, dont la nature a été remise dernièrement en question par les intéressantes recherches de BRÉAL (91), après avoir été diversement interprétée par les nombreux auteurs qui les ont étudiés, tels que : TREVIRANUS (608) 1853, WORONIN (648) 1876, ERIKSSON (196) 1874, CORNU (143) 1877, PRILLIEUX (513 *bis*) 1879, BRUNGHORST (95) 1885, TSCHIRCH (610), WIGAND (641), M. WARD (625), MATTIROLO et BUSCALIONI (403) 1887, HELBRIGEL et WILFRATH (285), BEYERINCK (51), HARTIG (279), PIROTTA (500), VAN TIEGHEM et DOULIOT (599 *bis*), PRAZMOWSKI (512 *bis*), VUILLEMIN (623) 1888.... ; — de PRILLIEUX (513) 1878-79, sur la corrosion des grains de blé par le *Micrococcus amyliivorus* ; — de REINKE et BERTHOLD (527) 1880, sur les Bactéries des pommes de terre ; — de MARCANO (398), BATILIN (37) 1882,.... sur les Bactéries des grains de blé et de maïs ; — de BURRILL (101), ARTHUR (18) 1881-85.... sur le *pear blight* ; — de BURRILL (102) 1883, sur une maladie de plantes appartenant au genre *Rhus* ; — de RALPH (518) 1884, sur les *Bacilles* vivant dans les *Vallisneria* ; — de WAKKER (624) 1888, sur la maladie jaune des Jacinthes ; — de SAVASTANO (554, 554 *bis*) 1886-87, sur les maladies de l'olivier et des raisins ; — de VUILLEMIN (622) 1888, sur les bactériocécidies du pin d'Alep ; — de VAN TIEGHEM (599) 1884, BERNHEIM (48), GALIPPE (236), FERNBACH (209), DI VESTEA (615) 1887-88, sur la présence ou l'absence des Bactéries dans les tissus végétaux, etc., etc.

(1) Cette définition du terme *Vibrio*, qui varie beaucoup suivant les différents auteurs, est celle qui a été émise en premier lieu par EHRENBURG (184) et suivie par COHN (127 *bis*) ; c'est aussi celle que nous adoptons.

seule qui ait régné, pendant longtemps, de 1683, époque où LEEUWENHOEK (366) les a décrites et figurées, pour la première fois (1), jusqu'aux travaux de RAY-LANKESTER (1873) et de CIENKOWSKI (1877). Elle est la base des classifications d'O.-F. MÜLLER (430) (1773), de BORY DE SAINT-VINCENT (82) (1824), d'EHRENBERG (184) (1838), de DUJARDIN (175) (1841), de DAVAINÉ (154) (1868), d'HOFFMANN (292) (1869), et enfin de COHN (127 bis) (1872).

Une première modification à ces idées trop absolues sur la constitution des Bactériacées se manifeste dès 1847 avec C. ROBIN (534). Dans sa description de la Bactériacée du tartre dentaire, qu'il nomme *Leptothrix buccalis*, il montre les affinités qui existent entre les Bactéries et les Algues filamenteuses incolores, appelées *Leptothrix* par KÜTZING (349). Il révèle ainsi, le premier, la nature végétale des Bactériacées (2).

Il faut admettre dorénavant que, outre la forme d'éléments isolés, certaines espèces affectent aussi la forme de filaments. Bientôt, ce ne sont plus seulement les *Leptothrix* que l'on range parmi les Bactériacées, mais encore les *Beggiatoa* de TRÉVISAN (609), et les genres nouveaux créés et étudiés par COHN lui-même : *Cladothrix*, *Streptothrix* et *Crenothrix*. Aussi la classification donnée par COHN (128), en 1875, qui, en 1872, était peu différente de celle d'EHRENBERG, diffère-t-elle notablement de ses devancières.

Toutefois, les formes *Micrococcus*, *Bacterium*, etc., sont toujours conservées avec leur signification générique. Il faut cependant ajouter que, pour la première fois, l'affinité des Bactériacées avec les *Oscillariées* et les *Chroococcées* est affirmée. COHN en fait même un seul groupe, sous le nom de *Schizophytes*, avec deux séries parallèles de genres, selon qu'ils sont ou non pourvus de chlorophylle.

(1) On est loin de s'accorder sur la date de la découverte du savant hollandais. En réalité, c'est dans une lettre, adressée à Sir ARTON, alors Secrétaire de la Société Royale de Londres, et datée de « la veille des ides de septembre 1683, » qu'il décrit et figure le premier des éléments bactériens observés dans sa salive et dans le « tartre » enfoncé entre ses dents. Cette lettre est reproduite dans l'édition latine des œuvres de LEEUWENHOEK, publiée à Leyde en 1722.

(2) Si la nature végétale des Bactériacées a été révélée par C. ROBIN (et non par DAVAINÉ, comme on le dit dans la plupart des traités de Bactériologie), elle a été soupçonnée, en réalité, par HENLE (288) en 1843, comme le fait remarquer C. ROBIN lui-même, à propos de ces mêmes filaments incolores, que l'on rencontre dans le tartre dentaire.

Les idées de C. ROBIN éveillent peu l'attention, au moment de leur apparition. Elles ne trouvent un écho que vingt-six ans plus tard.

RAY-LANKESTER (353), en 1873, (1), puis en 1876, (353 bis), constate chez *B. rubescens*, la coexistence des formes en *Micrococcus*, en *Bacterium*, en *Bacillus*, en *Spirillum*, et conclut à l'insuffisance de caractères basés sur la forme des éléments.

Mais, en réalité, c'est à partir de CIENKOWSKI (125), que l'histoire des Bactériacées entre dans une voie nouvelle. Dans son mémoire de 1877 « *Zur Morphologie der Bakterien*, » il reprend l'étude des nouveaux genres de la classification de COHN : *Leptothrix*, *Cladothrix*, *Crenothrix*. Il montre d'abord que les éléments en *Bacterium* se transforment, par divisions successives, en *Micrococcus*. Cette forme en *Micrococcus* peut aussi se montrer dans les filaments de *Leptothrix*. Il appelle ensuite l'attention des botanistes sur la formation de Zooglées que COHN avait bien entrevue et décrite dès 1853, mais à laquelle il n'avait pas donné toute la signification qui lui appartient (2).

Il constate cette phase zoogléique chez *Cladothrix*, *Crenothrix* et *Leptothrix*, et, comme il y rencontre associées les formes *Micrococcus*, *Torula* ou *Streptococcus*, *Bacterium*, et chaînes de *Bacterium*, il en conclut, à l'opposé de COHN, que ces formes ne peuvent pas constituer des genres distincts. L'année suivante (1878), il obtient une confirmation de ses vues en étudiant la Bactériacée de la gomme de sucrerie (126), qu'il dénomme *Ascococcus mesenteroïdes* (3). Il rend néanmoins

(1) Dans le cours de la même année 1873, paraît un travail de LISTER (372) sur la fermentation lactique : cet auteur y décrit pareillement la multiplicité des formes chez *Bacterium lactis*. Mais ses conclusions, tendant à faire dériver les bactéries de certaines Mucédinées, entre autres du genre *Dematium*, sont évidemment erronées. Il en est de même des idées de HALLIER (271), qui prétend avoir observé les transformations de *Micrococcus* en *Mucorinées* et *Ustilaginées*.

(2) La première description de Zooglée appartient, en effet, à COHN (127), qui, en 1853, présente la Zooglée de *Bacterium termo*, comme un genre spécial, sous le nom de *Zoogloea termo*. Plus tard, il revient sur son erreur, et reconnaît que la propriété de s'agréger en masses gélatiniformes est commune à un grand nombre de Bactériacées. Néanmoins, après avoir supprimé le genre *Zoogloea* de la nomenclature, il laisse subsister ceux d'*Ascococcus*, de *Myconostoc*, etc., qui sont de vraies zooglées, ou stades zoogléiques.

(3) Ces modifications de formes n'ont pas été vérifiées par les recherches que faisait, à la même époque, M. le Prof. VAN TIEGHEM (593), sur cette Bactériacée de la gomme de sucrerie. Il serait à désirer que l'on reprît l'étude de cet organisme, en le cultivant

justice au talent de COHN, qui, le premier peut-être après EHRENBURG, eut une connaissance approfondie des êtres microscopiques, et sut deviner l'affinité qui existe entre les Bactériacées, d'une part, et les Oscillariées et Nostocacées, d'autre part. CIENKOWSKI enfin déclare que, s'il a réussi à faire avancer d'un pas l'étude des Bactéries, il le doit, en grande partie, à l'heureux hasard, qui lui a fait découvrir la formation *Palmella* chez certaines algues, vertes filamenteuses (*Stigeoclonium*, *Ulothrix*). Ces formations zoogléiques sont, en effet, pour lui, analogues en tout point, aux *Palmella*. Du même coup, CIENKOWSKI avait entrevu à la fois le cycle évolutif et les rapports phylogénétiques des Bactériacées.

La nouvelle voie tracée par RAY-LANKESTER et CIENKOWSKI est bientôt suivie par un autre fervent adepte de l'instabilité des formes bactériennes. En 1881, ZOPF (659) publie son premier mémoire : « *Ueber den genetischen Zusammenhang von Spaltpilzformen*, » bientôt suivi (660), en 1882, du second : « *Zur Morphologie der Spaltpflanzen*. » Il confirme d'abord les vues de son prédécesseur en étudiant, comme lui, *Cladothrix* et *Crenothrix* ; mais il les étend aux *Beggiatoa*. Il fait voir que ses *Coccus* (qui, en particulier chez *Cladothrix*, comme nous le montrerons plus loin, sont des spores nées par le mode endogène), donnent des *Bacterium*, puis des *Bacillus*, et, en s'allongeant davantage, des articles en *Leptothrix*. Ce n'est que dans une phase particulière de leur existence que les types précédents affectent la forme filamenteuse, sous laquelle on les décrit ordinairement. Chacun des articles ou éléments bacté-

sur différents milieux appropriés, et en l'inoculant à différents végétaux, riches en réserves nutritives sucrées, la Betterave, par exemple. Cette idée nous a été communiquée par M. le Prof. A. GIARD, à la suite d'une observation très intéressante et inédite, qu'il a faite relativement à une maladie très répandue actuellement, dans le Nord, sur les Betteraves entassées dans les *silos*. A l'examen microscopique, on trouve que les cellules infestées sont gorgées d'éléments bactériens, de forme arrondie, enveloppés d'une gangue gélatiniforme, visible même sans réactifs, et dont la disposition rappelle certaines figures dessinées par CIENKOWSKI et M. VAN TIEGHEM. Parfois, on rencontre des capsules où la disposition en *Merismopedia* est des plus nettes. Or, on verra plus loin que nous considérons cette disposition comme un des stades du début des formations zoogléiques, chez les Bactériacées. N'y aurait-il pas lieu de rechercher les rapports qui peuvent exister entre cette Bactériacée de la maladie des Betteraves et l'*Ascococcus* ou *Leuconostoc mesenteroides* ? Ces masses gélatineuses, qu'on appelle, en France, la *gomme de sucrerie*, en Allemagne, *Froschlaich* (*frai de grenouille*), ne sont peut-être que les zooglées d'une Bactériacée non encore décrite, ou même déjà décrite sous un autre état et sous un autre nom.

riens qui composent ces filaments peuvent s'en détacher et vivre à l'état libre et mobile dans le milieu ambiant, soit isolément, soit par tronçons ou chaînes de plusieurs articles réunis bout à bout. Il prouve ensuite que, non-seulement il y a relation génétique entre les diverses formes d'éléments rectilignes, mais que, à de certains moments, les filaments peuvent se tordre autour de leur axe, en spirales plus ou moins flexueuses, ou simplement présenter des ondulations, c'est-à-dire prendre la forme *Spirillum*, *Spirochaete*, ou *Vibrio*. Enfin la phase zoogléique attire également son attention. Il arrive à démontrer que certaines formations zoogléiques, décrites jusque-là comme des espèces bactériennes bien délimitées, ne sont, en réalité, que des zooglées d'espèces filamenteuses, dont on n'avait pu suivre encore le développement.

C'est ainsi que la zooglée arborescente décrite, en 1867, par ITZIGSOHN (299), sous le nom de *Zooglæa ramigera*, n'est autre que l'état plus avancé de *Zooglæa termo* de COHN, dont nous avons parlé plus haut, et ces formes appartiennent à la phase zoogléique de *Cladothrix dichotoma*. De même, la zooglée fenêtrée, décrite par COHN (128), sous le nom de *Clathrocystis roseo-persicina*, n'est autre que la zooglée de *Bacterium rubescens* de RAY-LANKESTER; et cette dernière forme elle-même en *Bacterium* n'est qu'une forme bactérienne appartenant à une Bactériacée plus élevée en organisation, *Beggiatoa roseo-persicina*. Il confirme de cette façon la majeure partie des observations premières de RAY-LANKESTER (1).

(1) Les critiques les plus sérieuses qui aient été formulées contre les observations et les conclusions de ZOPF, sont certainement celles de WINOGRADSKY. Dans trois mémoires très importants sur les *Sulfobactéries* (*Schwefelbakterien*) (642, 643, 645), il étudie ce groupe qui comprend les Bactériacées chez lesquelles le soufre se dépose à l'état amorphe, sous forme de grains réfringents, parfois colorés en rouge. Sa méthode consiste à faire développer ces Bactériacées, sous le couvre-objet, dans une goutte d'eau contenant de l'hydrogène sulfuré. Il arrive ainsi à distinguer, parmi les *Sulfobactéries*, douze genres et une vingtaine d'espèces. Il n'est pas parvenu à constater le pléomorphisme des *Beggiatoa alba* et *B. rosea persicina*, ni de *Cladothrix dichotoma*, tel que ZOPF le décrit. Le seul point sur lequel il soit d'accord avec ZOPF, c'est que, à certains moments, les extrémités des filaments se disloquent, puis se divisent en bâtonnets qui deviennent mobiles, et plus tard se développent de nouveau en filaments. Il considère ces éléments comme des *bâtonnets-gonidies*. Enfin, il a bien observé des corps arrondis; mais il les considère comme des arthrospores sphériques. Il affirme que la multiplicité des formes d'éléments bactériens n'existe pas chez *Beggiatoa* et *Thiothrix*, parce qu'il n'a pu les observer à l'aide de sa méthode; est-ce à dire, pour cela, qu'en employant d'autres méthodes, celles des cultures pures, par exemple, sur milieux solides, ou liquides appro-

Les idées de RAY-LANKESTER, CIENKOWSKI et ZOPF ont été adoptées généralement pour quelques types très élevés en organisation, tels que *Cladothrix*, *Crenothrix* et *Beggiatoa*. Mais, pour la grande majorité des Bactériacées, on en est resté aux idées de COHN, et l'on prend encore la forme de l'élément comme la forme caractéristique des genres (1).

Mais ce n'est pas seulement dans le groupe des *Cladothrix*, des *Crenothrix* et des *Beggiatoa*, que l'on trouve ces variétés de formes. Un grand nombre d'autres Bactériacées, considérées jusqu'ici comme invariablement représentées par une seule et même forme d'élément, offrent des phénomènes identiques à ceux que nous avons signalés chez les premières. Les observations se sont succédé rapidement depuis les derniers travaux de ZOPF; et aujourd'hui, la liste des prétendues exceptions est devenue assez importante pour qu'on la prenne en sérieux examen.

Nous n'insisterons que sur les exemples principaux, et nous examinerons les quatre genres fondamentaux admis comme immuables

priés, on n'arrivera pas à en constater l'existence? Pour notre part, nous avons eu l'occasion, à Wimereux, d'étudier une *Beggiatoa* marine, et nous affirmons que nous avons pu très bien la cultiver sur un milieu transparent, composé d'ichtyocolle et d'eau de mer (on peut ajouter un peu de gélose, pour rendre le substratum plus solide). Dans ces conditions, nous avons observé des *Beggiatoa* se développant sous formes d'îlots radiés, comme ZOPF (660) et ENGLER (195) les ont décrits les premiers. A l'intérieur des filaments, se trouvaient des éléments de différentes longueurs, et, à l'extrémité, quelques-uns arrondis comme des *Micrococcus*. Enfin, certains filaments avaient une apparence ondulée des plus caractéristiques.

Il était bon d'ajouter cette rectification, alors que M. WINOGRADSKY affirme qu'il est « impossible d'appliquer à l'étude des Sulfobactéries les méthodes connues et éprouvées dans la science des organismes inférieurs », et qu'il critique, ailleurs (646), les méthodes employées par d'autres observateurs, dont la haute compétence ne saurait cependant être mise en doute.

(1) Telles sont les principales classifications qui se sont succédées depuis COHN: celles de TRÉVISAN (609 bis) 1879, de LUERSSSEN (384) 1880, de WUNSCHÉ (649) 1882, de RABENHORST-WINTER (517) 1885, de FLÜGGE (218), de HÜPPE (297) 1886, de COSTANTIN (144) 1889, etc. ZOPF (662) 1885, malgré l'exposé de ses théories, maintient son groupe des *Coccaceen* avec les anciens genres: *Micrococcus*, *Streptococcus*, *Merismopedia*, *Sarcina*, *Ascococcus*. Seul, croyons-nous, M. le Prof. VAN TIEGHEM (598) 1884, ne reconnaît pas aux différentes formes d'éléments bactériens la signification de genres. Il divise la famille des Bactériacées en trois tribus: les Bactériées, dont le thalle n'offre qu'une direction de cloisonnement; les Méristées à deux directions, et les Sarcinées trois directions, qu'il met en parallèle avec les trois tribus similaires des Nostocacées: 1^o Les Oscillariées, avec les Nostocées, Rivulariées, Scytonémées; 2^o les Méristopédiées; 3^o les Chroococcées.

par les partisans des idées de COHN : les genres *Micrococcus*, *Bacterium*, *Bacillus* et *Spirillum*.

Nous commencerons par les genres *Bacterium* et *Bacillus*, où les modifications de formes ont été constatées en premier lieu et le plus souvent.

Tout d'abord, on a reconnu que l'élément en *Bacterium*, considéré par la plupart des Bactériologues comme la forme bactérienne rectiligne la plus courte, peut en s'allongeant, présenter des différences de longueur assez grandes, et passer à la forme *Bacillus*. La plupart des auteurs n'admettent même plus maintenant qu'un seul genre de formes rectilignes, soit le genre *Bacterium*, soit plus volontiers le genre *Bacillus* : c'est une première concession imposée par l'observation la plus vulgaire. Enfin, ces *Bacillus* peuvent se disposer en chaînes plus ou moins longues et filamenteuses d'éléments placés bout à bout. Ce phénomène d'accroissement linéaire, en un thalle filamenteux, est même tellement répandu chez ces éléments, que, aujourd'hui, le terme *Bacillus* est devenu, pour un grand nombre d'auteurs, le synonyme de filament plus ou moins long et articulé (1).

(1) Voici la liste à peu près complète des *Bacterium* et *Bacillus* chez lesquels on a constaté non-seulement le passage de l'une de ces deux formes à l'autre, mais encore la formation de filaments articulés, composés d'articles en *Bacterium* ou en *Bacillus*, ou à la fois d'articles en *Bacterium* et en *Bacillus*. Nous suivrons autant que possible, l'ordre chronologique, avec le nom en regard de l'auteur qui, le premier, a décrit ces différentes phases et ces différentes formes, chez la même espèce :

- | | |
|---|-----------------------------|
| 1863. <i>Bacillus anthracis</i> COHN (<i>Bactériidie charbonneuse</i> DAVAINÉ) | DAVAINE (155). |
| 1873. <i>Bacillus acidi lactici</i> ZOPF (<i>Vibrion lactique</i> PASTEUR; <i>Bacterium lactis</i> LISTER) | LISTER (372). |
| 1877. <i>Bacillus septicus</i> (<i>Vibrion septique</i>) PASTEUR (<i>Bacillus œdematis maligni</i> R. KOCH). | PASTEUR (478 ¹) |
| — <i>Bacillus amylobacter</i> VAN TIEGHEM (<i>Vibrion butyrique</i> PASTEUR, <i>Amylobacter</i> TRÉCUL, <i>Clostridium butyricum</i> PRAZMOWSKI) | VAN TIEGHEM (592). |
| 1878. <i>Bacillus subtilis</i> COHN (<i>Vibrio subtilis</i> EHRENBURG) | BREFELD (92). |
| 1879. <i>Bacterium acetii</i> ZOPF | C. HANSEN (275). |
| — <i>Bacterium Pasteurianum</i> C. HANSEN | C. HANSEN (275). |
| 1880. <i>Bacterium syncyanum</i> SCHRÖTER (<i>Vibrio syncyanus</i> EHR., <i>Vibrio cyanogenus</i> FUCHS, <i>Bacillus cyanogenus</i> ZOPF) | NEELSEN (435). |

Bientôt, ce ne sont plus uniquement les formes en *Bacterium* et en *Bacillus* que l'on trouve associées, et dérivant l'une de l'autre, vivant à l'état libre ou réunies en filament, c'est encore la forme

1880. *Bacillus lepræ* A. HANSEN..... A. HANSEN (274).
— *Bacillus ulna* COHN..... PRAZMOWSKI (511).
— *Clostridium* (*Bacillus* AUCT.) *polymyxa* PRAZ-
MOWSKI..... PRAZMOWSKI (511).
— *Bacterium foetidum* THIN..... THIN (589).
1881. *Bacillus caucasicus* ZOPF (*Dispora caucasica*
KERN)..... KERN (308).
1882. *Bacillus Fitzianus* ZOPF..... BÜCHNER (97).
— *Bacterium merismopedioïdes* ZOPF.. ZOPF (661).
— *Tyrothrix* (*Bacillus* AUCT.) *tenuis*, *T. filiformis*,
T. distortus, *T. geniculatus*, *T. turgidus*,
T. scaber, *T. virgula*, *T. urocephalum*, *T. ca-*
tenula, DUCLAUX..... DUCLAUX (169).
— *Actinobacter* (*Bacillus* AUCT.) *polymorphus*
DUCLAUX..... DUCLAUX (169).
1883. *Bacterium Zopfii* KURTH..... KURTH (348).
— *Bacillus putrificus coli* BIENSTOCK..... BIENSTOCK (54).
— *Bacillus subtiliformis* BIENSTOCK..... BIENSTOCK (54).
1884. *Bacillus Chauvæi* ARLOING, CORNEVIN et THOMAS. EHLERS (183).
— *Bacillus de la syphilis* LUTZGARTEN..... LUTZGARTEN (388).
— *Bacillus megaterium* DE BARY..... DE BARY (34).
— *Bacillus typhosus* EBERTH..... GAFFKY (235).
— *Bacillus necrophorus* LÖFFLER..... LÖFFLER (375).
1885. *Bacillus neapolitanus* EMMERICH..... EMMERICH (191).
— *Bacterium tumescens* ZOPF..... ZOPF (662).
— *Bacterium janthinum* ZOPF..... ZOPF (662).
— *Proteus* (*Bacillus* AUCT.) *mirabilis*, *P. vulgaris*,
P. Zenkeri, HAUSER..... HAUSER (281).
— *Bacillus alvei* WATSON-CHEYNE et CHESHIRE.... WATSON-CHEYNE et CHES-
HIRE (630).
— *Bacterium dysodes* ZOPF..... ZOPF (662).
— *Bacillus coprogenes foetidus* SCHOTTELIUS..... SCHOTTELIUS (562).
— *Bacillus brassicæ* POMMER..... POMMER (506).
— *Bacillus ærophilus*, *B. mycoïdes* FLÜGGE..... FLÜGGE (218).
— *Bacterium terrigenum* B. FRANK..... B. FRANK (225).
— *Bacillus muscoïdes* LIBORIUS..... LIBORIUS (370).
— *Clostridium* (*Bacillus* AUCT.) *foetidum* LIBORIUS.. LIBORIUS (370).
1887. *Bacillus salivarius septicus* BIONDI..... BIONDI (61).
— *Bacillus mesentericus vulgaris* FLÜGGE..... FLÜGGE (218).
— *Bacillus mesentericus fuscus* FLÜGGE..... FLÜGGE (218).
— *Bacillus cæruleus* SMITH..... SMITH (575).
— *Proteus* (*Bacillus* AUCT.) *hominis capsulatus* BOR-
DONI-UFFREDUZZI..... BORDONI-UFFREDUZZI (80).
— *Bacillus pyocyaneus* FLÜGGE (*Bacterium ærugi-*
nosum SCHRÖTER, *Micrococcus pyocyaneus*,

arrondie en *Coccus* ou *Micrococcus* (1), que l'on observe évoluant directement, par segmentation, des éléments rectilignes en *Bacterium* ou *Bacillus* (2).

En dehors des Bactériacées hautement différenciées, comme les *Cladothrix*, les *Beggiatoa*, les *Crenothrix*, un certain nombre d'autres représentants de ce groupe offrent, non-seulement des formes rectilignes ou même arrondies, mais encore des formes spiralées.

Pour ne citer que les exemples qui paraissent solidement établis par des observations rigoureuses, notons : les trois espèces décrites, en 1885, par HAUSER (281), sous le nom de *Proteus* : *P. mirabilis*, *P. vulgaris*, *P. Zenkeri*. L'auteur y a suivi la transformation des

.....	GUIGNARD et CHARRIN (266).
1887. <i>Bacillus tuberculosis</i> R. KOCH (<i>Sclerothrix Kochii</i> , METSCHNIKOFF).....	METSCHNIKOFF (412).
— <i>Bacillus cyanophosphorescens</i> KATZ.....	KATZ (306).
1888. <i>Bacillus carotarum</i> A. KOCH.....	A. KOCH (331).
— <i>Bacillus de la diarrhée verte infantile</i> LESAGE...	LESAGE (362).
— <i>Bacillus arborescens</i> , <i>B. aquatilis</i> , <i>B. vermicularis</i> , <i>B. nubilis</i> , <i>B. ramosus</i> , <i>B. diffusus</i> , <i>B. candidans</i> , C. et F. FRANKLAND.....	C. et F. FRANKLAND (229).
— <i>Bacillus aerosis</i> NEISSER.....	NEISSER (438).
— <i>Bacterium pelagia</i> R. DUBOIS.....	R. DUBOIS (168 bis).
— <i>Bacterium rosaceum metalloides</i> DOWDESWELL.	DOWDESWELL (167).
— <i>Bacterium laminariae</i> BILLET.....	BILLET (58).
1889. <i>Proteus</i> (<i>Bacillus</i> AUCT.) <i>sulphureus</i> HOLSCHEW- NIKOFF.....	HOLSCHEWNIKOFF.
— <i>Bacillus murisepticus pleomorphus</i> KARLINSKI.	KARLINSKI (305 bis).
— <i>Bacillus leptosporus</i> , <i>B. sessilis</i> , <i>B. allantoides</i> L. KLEIN.....	L. KLEIN (330).

(1) Il semble qu'il y ait parfois confusion dans les idées au sujet de ces deux termes : *Coccus* et *Micrococcus*, qui n'ont pas toujours la même acception chez tous les auteurs. Quelques-uns, en effet, considèrent les *Coccus*, tantôt comme ayant la valeur des autres éléments bactériens, tantôt ils leur attribuent un tout autre sens, et les considèrent comme des éléments reproducteurs, analogues aux conidies des Champignons. En un mot, dans ce cas particulier, les *Coccus* sont des *Arthrospores* au sens de DE BARY (34).

(2) On a, en effet, rencontré ces transformations chez un assez grand nombre de Bactériacées. C. HANSEN (275) les a décrites chez *Bacterium aceti*, KOPF (661), chez *B. merismopedioides*, et plus tard chez *B. janthinum* et *B. tumescens* (662); BUCHNER (97), chez *Bacillus Fitzianus*; KURTH (348), chez *Bacterium Zopfii*; RASMUSSEN (522), chez *Leptothrix buccalis*. MILLER (419), chez *Leptothrix gigantea*, EHLERS (183), chez *Bacillus Chauvæi*; HAUSER (281), chez ses *Proteus*; BIEDERT (53) chez *Coccobacillus zymogenes*; CUBONI (147), chez *Bacterium maydis*; L. KLEIN (330), chez *Bacterium allantoides*; etc.

filaments rectilignes, suivant différents milieux, en filaments spirales, en *Vibrio*, *Spirillum*, *Spirochæte*; ESCHERICH (201), en 1886 décrit également une Bactériacée, trouvée par lui dans l'intestin de cobayes, et qui présente les mêmes modifications dans la forme des éléments que celles constatées par HAUSER. Il propose même de ranger ces espèces protéennes dans un genre spécial, le genre *Helicobacterium*, qui comprendrait, outre les espèces précédentes, *Bacterium Zopfii* KURTH (348), ainsi que *Proteus hominis capsulatus*, décrit par BORDONI-UFFREDUZZI (80). D'autres Bactériacées, rangées dans le genre *Bacillus*, présentent également des formes d'éléments spiralées, comme *Bacillus carotarum* A. KOCH (331), *B. brassicæ* POMMER (506), *B. cœruleus* SMITH (576). *Bacillus pyocyaneus* FLÜGGE, ainsi que MM. GUIGNARD et CHARRIN (266) l'ont démontré d'une façon péremptoire, passe de la forme rectiligne en *Bacillus* plus ou moins longs, à la forme en bâtonnets d'abord simplement incurvés (*Vibrio*), puis nettement spirales (*Spirillum*) présentant jusqu'à huit et dix tours de spire. Ces variations morphologiques s'opèrent en modifiant très légèrement la composition du milieu nutritif (1). Enfin, tout dernièrement (février 1889), METSCHNIKOFF (413) a décrit, sous le nom de *Spirobacillus Cienkowski*, un parasite bactérien de la cavité générale de *Daphnia magna*, dans lequel il montre le passage d'éléments en forme de *Bacterium* et de *Bacillus*, isolés ou disposés en chaînes filamenteuses, à d'autres éléments en forme de *Vibrio*, simplement courbes d'abord, puis en *Spirillum* à nombre de tours plus ou moins considérable, jusqu'à la forme en longues vrilles, qui ne sont autres que des *Spirochæte*. Plus récemment encore (mai 1889), ROSENFELD (543) a observé un cycle de développement identique à celui de *Spirobacillus Cienkowski*, chez un *Komma-Bacillus*, trouvé dans le pus des Empyèmes (2).

Si nous passons aux genres à formes spiralées, considérées comme invariables : *Vibrio*, *Spirillum* et *Spirochæte*, nous y constatons

(1) MM. GUIGNARD et CHARRIN ont en effet observé que ces passages, des formes rectilignes aux formes courbes et spiralées, s'opèrent très facilement dans un bouillon contenant de l'acide borique, dont on élève la dose de 4 gr. à 6 ou 7 grammes.

(2) Nous-même (58), nous avons pu observer nettement, à l'examen en chambre humide, sous le couvre-objet, chez une Bactériacée marine, *Bacterium laminariæ*, la transformation directe de filaments rectilignes en filaments d'abord ondulés, puis se tordant progressivement en spirales, et se dissociant finalement en courts *Vibrio* et *Spirillum*.

également des modifications de formes, au moins aussi importantes que chez les éléments rectilignes.

Chez presque tous les représentants des genres *Spirillum* et *Spirochæte*, on a d'abord constaté que ces formes filamenteuses spiralées pouvaient se dissocier en articles plus courts, représentés par de simples éléments incurvés ou *Vibrio*. Tels sont : *Spirillum cholerae asiaticæ* R. KOCH (338); *Spirillum* de FINKLER et PRIOR (213), *S. sputigenum* LEWIS (368), *S. tyrogenum* DENEKE (158), *S. concentricum* KITASATO (309), *Spirochæte buccalis* COHN (127 bis), *Spirochæte plicatilis* EHRENBURG (184). Inversement, on a observé qu'un grand nombre de formes rangées jusque-là dans le genre *Vibrio*, pouvaient s'allonger en spires plus ou moins longues, tels : *Vibrio rugula* et *V. serpens* O. F. MÜLLER (430), les *Vibrio* que WEIBEL (631) a trouvés dans le mucus nasal, et celui que GAMALEÏA a rencontré dans la gastroentérite des oiseaux, et qu'il appelle *Vibrio Metschnikovi* (241 bis). On en est ainsi arrivé peu à peu à remplacer ces trois termes *Vibrio*, *Spirillum* et *Spirochæte* par la seule dénomination de *Spirillum*. En poursuivant plus loin ces différentes transformations, on s'est aperçu que les éléments simplement incurvés, en *Vibrio*, qui composent les longues vrilles de certains *Spirillum*, se décomposent par division répétée, en articles plus courts, qui ne sont que des *Bacterium* ou des *Bacillus*. C'est ce que l'on observe journellement dans les *Spirillum* du choléra asiatique, ce que MILLER (418 bis) a constaté chez *Spirochæte buccalis*, WEIBEL (631) chez ses *Vibrio* et KARLIŃSKI (305 bis) chez *Bacillus muri-septicus pleomorphus*. GEDDES et EWART (245) avaient déjà noté le même fait chez un *Spirillum* indéterminé (1).

Nous arrivons, en dernier lieu, à l'étude du genre *Micrococcus*. C'est là, en réalité, le dernier retranchement des adversaires de la théorie de la modification des formes bactériennes, et de leurs rapports génétiques. « Jamais, disent-ils, on n'a pu arriver à prouver la transformation d'un *Micrococcus* en *Bacterium* ou en *Bacillus*. »

Or, sans nous appuyer sur l'exemple du *Pneumococcus* de

(1) Du reste, il n'est pas rare d'observer, dans les cultures pures du *Bacille en virgule* du choléra des éléments parfaitement rectilignes, et VIGNAL (617) a montré que, dans les cultures liquides (bouillons), un autre *Vibrio*, *Vibrio rugula*, se présente fréquemment sous l'aspect de bâtonnets rectilignes.

FRIEDLÄNDER (232), qui présente, d'après les descriptions mêmes de son auteur, des formes manifestement rectilignes (1), nous citerons : 1° *Micrococcus ureæ*, chez lequel, d'après VON BOEHLENDORF (70), VON JACKSCH (300) et BAILLON (29), et suivant que l'urine est acide ou alcaline, comme nous l'avons constaté nous-même (57), on voit se développer des éléments rectilignes en *Bacterium* et *Bacillus* des filaments rectilignes, et même ondulés (2); 2° *Micrococcus prodigiosus*, où, par des expériences rigoureuses, WASSERZUG (628) est arrivé, en modifiant la composition du milieu nutritif, à obtenir la succession des formes rectilignes et des formes courbes et spiralées (3).

On le voit, la théorie « des rapports génétiques » des différentes formes bactériennes entre elles est loin d'être basée sur des cas exceptionnels, ou des vues de l'esprit purement spéculatrices. Elle a été, et elle est encore défendue par des savants dont on ne saurait suspecter

(1) Les modifications de formes du *Pneumococcus* de FRIEDLÄNDER ont été mises de nouveau en lumière par PIPPING (499) et E. KLEIN (329).

(2) Ces observations ont été contestées, entre autres par FLÜGGE (218), HÜPPE (297), et tout récemment par MIQUEL (422); mais nous maintenons celles que nous avons faites et où nous avons pu suivre, sur un même filament, les formes en *Micrococcus*, en *Bacterium*, en *Bacillus* et en *Vibrio*. MALERBA et SANNA-SALARIS (397) viennent également de décrire, sous le nom de *Glischrobacterium*, une bactériacée (cause, selon eux, de la viscosité de l'urine) qui se présente sous forme de *Micrococcus* dans l'urine, et de *Bacillus* dans les bouillons de culture.

(3) D'ailleurs, on est loin de s'entendre, même parmi les monomorphistes, sur la signification morphologique exacte des *Micrococcus*. Telle espèce, rangée par les uns dans ce genre, est pour les autres un *Bacillus* ou un *Bacterium*. C'est ainsi que le *Pneumococcus* de FRIEDLÄNDER est devenu *Bacillus pneumoniae* FLÜGGE; de même *Micrococcus prodigiosus* COHN est devenu *Bacillus prodigiosus* FLÜGGE. Le Microcoque du choléra des poules (PASTEUR) qui, d'après les observations déjà anciennes de SEMMER (571), donne naissance à des bâtonnets et à des filaments, est devenu *Bacillus cholerae gallinarum* FLÜGGE. *Micrococcus pyocyaneus* GESSARD (246) est devenu *Bacillus pyocyaneus* FLÜGGE. Ce *Micrococcus* ou *Bacillus* est précisément un exemple où, par des observations et des expériences très rigoureuses, MM. GUIGNARD et CHARLIN (266) sont parvenus à établir nettement presque toute la série des formes rectilignes, courbes et spiralées. EBERTH et SCHIMMELBUSCH (482) ont observé le passage de la forme *Bacillus* à la forme *Micrococcus* chez une Bactériacée qui infeste le corps des furets; LEHMANN (358) dans son étude sur les *Bacterium phosphorescens* de FISCHER (214) a remarqué que les bâtonnets des poissons phosphorescents se transforment insensiblement en *Micrococcus* dans les cultures liquides et salées. De même, la Bactériacée du rouget des porcs, dans certaines cultures liquides, affecte la forme *Micrococcus* ou *Diplococcus* (*Microbe en huit de chiffre*, de PASTEUR), et celle de bâtonnets dans les tissus des animaux malades, (E. KLEIN (327 bis), LÖFFLER (376), SCHÜTZ (567), etc.). Prises

ni les méthodes ni le talent d'observation ou d'interprétation.

Pour nous, la question morphologique des Bactériacées est plus large encore. Il ne s'agit pas seulement, de savoir si telle ou telle espèce présente une succession de formes, dérivant les unes des autres. Il s'agit de savoir encore et surtout si les Bactériacées possèdent un cycle évolutif, à caractères morphologiques, particuliers et constants pour chaque espèce, et dont le développement général dépend d'une loi commune à la grande majorité d'entre elles.

En effet, d'après l'ensemble des données que nous possédons sur les Bactériacées, on peut aisément se rendre compte que la plupart d'entre elles passent par plusieurs phases, dans le cours de leur développement, et suivant les milieux où elles vivent.

Ainsi, dans une première phase, on trouve les éléments bactériens associés en un thalle filamenteux plus ou moins long; dans une deuxième phase, ces éléments deviennent libres et mobiles; dans une troisième, ils peuvent s'agréger en masses gélatiniformes plus ou moins considérables, et qui paraissent caractéristiques pour certaines d'entre elles. Enfin, dans une quatrième et dernière phase, il peut arriver que les filaments précédents s'enchevêtrent les uns les autres en masses pelotonnées parfois très volumineuses.

Ces quatre phases, nous les désignons plus particulièrement sous les dénominations suivantes :

- 1° *État filamenteux* ;
- 2° *État dissocié* ;
- 3° *État enchevêtré* ;
- 4° *État zoogléique*.

Depuis plusieurs années déjà, nous avons reconnu ces quatre états, chez un certain nombre de Bactériacées (*Cladothrix dictio-*

d'abord pour deux microorganismes différents, ce ne sont en réalité que deux formes d'une seule et même Bactériacée, comme PAMPOUKIS (467) l'a démontré le premier. Enfin, tout récemment, en étudiant la maladie du *Lagopus scoticus*, E. KLEIN (328) a trouvé, dans le sang de ces oiseaux, des éléments en *Micrococcus*, qui, avec les cultures sur milieux solides, donnent des bâtonnets. Pour indiquer la corrélation des deux formes, *Bacillus* et *Micrococcus*, chez ces différentes Bactériacées, BIEDERT (53) propose le terme de *Coccobacillus*, adopté par quelques auteurs, entre autres par GAMALEÏA (240) pour le *Microbe* du choléra des poules, qu'il appelle *Coccobacillus avicidus*. Bien auparavant, en 1874, BILLROTH (60) avait observé ces transformations et les avait indiquées en créant le terme *Coccobacteria*.

toma, *Bacterium ureæ*, *B. laminariæ*, *B. parasiticum*), et nous avons résumé une partie de nos observations dans plusieurs communications à l'Académie des Sciences (1).

En dernier lieu, dans le laboratoire d'Embryogénie comparée du Collège de France, mis généreusement à notre disposition, nous avons pu contrôler nos premiers résultats, en les complétant sur deux espèces nouvelles, *Bacterium Balbianii* et *B. osteophilum*, qui feront, avec l'étude de la formation et de la germination des spores endogènes chez *Cladothrix dichotoma*, l'objet de la thèse actuelle (2).

(1) M. le Prof. VAN TIEGHEM (598, p. 1110) a émis, en 1884, une opinion à peu près identique à la nôtre sur la signification morphologique des Bactériacées. Après avoir pris pour exemple, non seulement *Cladothrix dichotoma*, mais encore *Bacillus Amylobacter*, qui « s'offre en filaments longs et immobiles, en baguettes droites ou enroulées en hélice, mobiles ou immobiles, en courts bâtonnets, enfin en cellules ovoïdes ou sphériques, » M. VAN TIEGHEM ajoute : « Ces noms (*Bacillus*, *Spirillum*, *Micrococcus*) désignent donc simplement des états de la plante correspondant pour chaque espèce à des conditions de milieu déterminées, et non à des genres. » Seulement, pour M. VAN TIEGHEM, chaque forme correspond à un état différent ; tandis que, pour nous, chaque état est une phase évolutive pouvant présenter la succession des différentes formes d'éléments bactériens.

(2) La présente thèse sera complétée par la publication de toutes les observations que nous avons faites sur *Cladothrix dichotoma* et *Bacterium parasiticum*.

TABEAU DE TERMINOLOGIE GÉNÉRALE

(Avec les significations adoptées dans ce travail).

I. — FORMES D'ÉLÉMENTS BACTÉRIENS (1).

Formes rectilignes.	{	Leptothrix , élément filamenteux dont la longueur dépasse 10 fois la largeur.
		Bacillus , élément 5 à 10 fois plus long que large.
		Bacterium , élément 1 à 5 fois plus long que large (2).
		Diplobacterium , couple de deux éléments en <i>Bacterium</i> .
		Streptobacterium , chaîne de plusieurs éléments en <i>Bacterium</i> .
Formes arrondies.	{	Micrococcus , Coccus , Monococcus élément isolé.
		Diplococcus , couple de deux éléments en <i>Micrococcus</i> .
		Streptococcus , chaîne de plusieurs éléments en <i>Micrococcus</i> .
		Tetracoccus , groupe de quatre éléments en <i>Micrococcus</i> , se faisant « vis-à-vis » 2 par 2.

(1) Par élément, nous comprenons tout *article* bactérien de forme rectiligne, courbe ou spiralee, qu'il soit libre et isolé, ou juxtaposé à d'autres sous forme de filament, ou encore enveloppé avec d'autres dans une même gangue gélatiniforme.

(2) Les longueurs que nous assignons ici à ces trois formes d'éléments bactériens rectilignes sont purement conventionnelles. Nous avons voulu simplement indiquer qu'entre ces éléments en *Leptothrix*, en *Bacillus* ou *Bacterium*, il n'y a qu'une différence de longueur. Quant à la définition du terme *Leptothrix*, elle n'est autre que celle de KÜTZING, qui considérait les *Leptothrix* comme des filaments très longs et *indivis*. Ce n'est que plus tard qu'on a étendu cette définition aux filaments un peu allongés, qui, à l'aide des colorants, se montraient *articulés*.

Forme courbe. **Vibrio**, élément à une seule courbure.

Formes spiralées.	{	Spirillum , élément à un ou plusieurs tours de spires, et rigide.
		Streptospirillum , chaîne de plusieurs <i>Spirillum</i> .
		Spirochæte , élément filamenteux, à un très grand nombre de spires, et flexible:

II. — FORMES ZOUGLÉIQUES (1).

Merismopedia, **Merista**, **Tétrade** (2), zooglée tabulaire, à éléments unis 4 par 4.

Sarcina, zooglée massive, cubique, formée par la superposition de plusieurs *Tétrades*.

Ascococcus, colonies d'éléments en *Micrococcus*, enveloppés dans une même gangue gélatiniforme épaisse.

Ascobacteria, colonies d'éléments en *Bacterium* ou *Bacillus*, enveloppés dans une même gangue gélatiniforme épaisse.

Myconostoc, zooglée d'un seul *Streptococcus* ou *Streptobacterium* ou *Streptospirillum* plus ou moins contourné ou replié sur lui-même.

(1) Nous donnons ce nom de formes zoogléiques à tout élément ou groupe d'éléments, entourés d'une enveloppe gélatiniforme *apparente* (avec ou sans l'aide de réactifs colorants). La présence de cette enveloppe gélatiniforme ou *glaire* (selon l'expression de M. le Prof. MARCHAND (399), est, pour nous, la condition *sine qua non* d'une formation zoogléique. Le tort d'un grand nombre de Bactériologues est de considérer comme des zooglées certaines formations telles que : *colonies*, *essaïms*, *voiles* (*mycodermes*), où les éléments bactériens, par suite d'une division plus active, se réunissent en agrégats plus ou moins compacts, sans qu'il y ait production de *glaire* interstitielle.

(2) Le *Tétrade* ne diffère donc du *Tetracoccus* que par son enveloppe gélatiniforme.

CLADOTHRIX DICHOTOMA COHN.

Formation et germination des spores endogènes.

Cladothrix dichotoma se multiplie d'abord par simple segmentation transversale de ses éléments, procédé universellement répandu dans tout le groupe des Bactériacées. Mais c'est là plutôt un mode de dissémination et d'accroissement, qu'un mode de reproduction, au sens exact du terme. Le véritable mode de reproduction de *Cladothrix* est celui qui s'opère au moyen de *spores endogènes*. Déjà, dans une première note (56), nous avons signalé ce mode de reproduction qui n'avait pas encore été observé, chez *Cladothrix*. ZOPF, en effet, l'a méconnu ; et DE BARY, se basant sur les conclusions de ZOPF, range *Cladothrix* dans son groupe des *Arthrospores* (35). D'après ZOPF (660), ce serait des éléments de forme arrondie, ou *cocci*, provenant directement, et par segmentation, d'éléments rectilignes, qui, sans modification de structure, se comporteraient comme des spores, et germeraient comme elles, pour donner des filaments.

L'ensemble des études que nous poursuivons, depuis l'année 1885, sur *Cladothrix dichotoma*, nous permet d'affirmer que cette Bactériacée se reproduit par *spores endogènes*, comme les autres Bactériacées chez lesquelles ce phénomène a été le mieux observé.

Dans les cultures de *Cladothrix*, à air libre, et à une basse température (ne dépassant pas + 10° C.), la formation des spores dans les filaments végétatifs n'apparaît qu'assez tard. Et même, comme déjà nous l'avons fait observer, s'il y a une grande quantité de liquide, et si la putréfaction est peu active, cette formation ne se manifeste pas. Il n'en est pas de même, quand la putréfaction s'accélère, soit par l'élévation de la température, soit par la dimi-

nution dans la quantité du liquide de culture. Alors on voit les touffes de *Cladothrix*, tout en gardant leur port caractéristique, devenir, au sein de leurs éléments constitutifs, le siège d'une série de modifications très importantes, aboutissant à la formation de spores endogènes. D'ailleurs, ce phénomène se produit aussi bien dans la profondeur du liquide qu'à la surface, quoiqu'il soit surtout fréquent dans ce dernier cas.

Étudions donc un de ces filaments polycladés dont les éléments se modifient pour former des spores.

Soit le filament polycladé représenté fig. 1 (pl. iv) avec deux rameaux primaires A^1B^1 et a^1b^1 , et un rameau secondaire A^2B^2 , placé sur le côté interne de A^1B^1 .

Si l'on étudie la structure de ces éléments, de la base des filaments jusqu'au sommet, on observe les modifications suivantes :

A la base, on trouve bien encore des éléments à protoplasma homogène et continu, dans toute l'étendue de chaque élément, tels que α^1 et β^1 ; mais à mesure que l'on gagne l'extrémité supérieure, on voit, au contraire, le protoplasma subir des changements de plus en plus importants.

La première de ces modifications consiste en une rétraction du protoplasma, qui abandonne d'abord les deux extrémités, supérieure et inférieure, de l'élément, pour se rassembler, au centre, en une masse de coupe rectangulaire. Les deux extrémités ainsi abandonnées par le protoplasma ne renferment plus maintenant qu'un contenu hyalin, clair, se colorant à peine (β^1_a). En second lieu, cette masse centrale s'étrangle, vers son milieu, en forme de biscuit ou de sablier (β^1_b), pour se diviser bientôt en deux petites masses, également de coupe rectangulaire, et toujours contenues dans un seul et même élément en *Bacillus* (β^1_c). Ces deux masses, à leur tour, s'étranglent chacune en son milieu, arrondissent leurs angles et leurs contours (β^1_d), et finissent par se séparer complètement (β^1_e). Alors on a un élément en *Bacillus* renfermant quatre corpuscules sphériques, *cocciformes* (θ), placés bout à bout.

A mesure qu'on approche davantage de l'extrémité supérieure d'un rameau de x en B^1 ou en b^1 , on passe à l'élément en *Bacterium* (1),

(1) Pour la définition de ces termes *Bacterium*, *Bacillus*... adoptée par nous, voir le tableau de terminologie générale (p. 26).

cette masse s'étrangle en biseau (γ^1_b analogue en β^1_b), se scinde en qui, dans sa rétraction protoplasmique, suit les mêmes phases que l'élément en *Bacillus*. C'est ainsi que, dans la partie médiane du rameau, on a des éléments en *Bacterium* longs (γ^1), où le protoplasma abandonne les deux extrémités pour se contracter en une masse centrale, de coupe rectangulaire (γ^1_a analogue à β^1_a). Puis, deux masses secondaires (γ^1_c analogue à β^1_c), lesquelles, par nouvelle segmentation, et en arrondissant leurs angles et leurs contours (γ^1_d analogue à β^1_d), deviennent des *Bacterium* à quatre corpuscules sphériques *cocciformes* (γ^1_e analogue à β^1_e). Ce qui se produit pour les éléments en *Bacterium* long, peut se répéter pour les éléments en *Bacterium* de moyenne longueur (γ^2). On trouvera donc, chez ces derniers, les phases successives de segmentation et de contraction de la masse centrale, d'où les formes γ^2_a , γ^2_b , γ^2_c , γ^2_d (1), analogues aux formes précédentes γ^1_a , γ^1_b , γ^1_c , γ^1_d . Toutefois, les éléments devenant de plus en plus courts, on ne pourra guère trouver, au maximum, et en dernière analyse, dans l'élément en γ^2 , que trois corpuscules *cocciformes* (γ^2_e).

Quant à l'élément en *Bacterium* court (γ^3), il passe par les phases γ^3_a , γ^3_b , analogues à γ^2_a , γ^2_b , mais son diamètre longitudinal étant encore moins étendu qu'en γ^2 , il ne peut guère fournir qu'un seul corpuscule *cocciforme* (γ^3_e analogue à γ^2_e). Enfin, l'élément elliptique γ^4 provenant de la segmentation d'un *Bacterium* de moyenne longueur (voir les phases successives de cette segmentation : γ^2 , γ^2 , fig. 2, Pl. IV), qui arrondit ses contours et ses angles, ne renferme également qu'un corpuscule *cocciforme*.

Cette dernière forme est celle des éléments qui sont au sommet des filaments. Ils ont tous, en leur centre, un corpuscule sphérique *cocciforme* (θ), de plus en plus susceptible de se colorer, à mesure qu'on atteint l'extrémité du filament. Sur la fig. 2 (pl. IV), on peut étudier ces transformations successives de la masse protoplasmique centrale en corpuscules *cocciformes*, à un plus fort grossissement (1600 D.) à l'aide de l'objectif à immersion homogène n° 12 (VÉRICK) et du condensateur ABBE. On y voit les détails sur lesquels nous venons de nous arrêter ; on voit, en outre, le passage du corpuscule coci-

(1) Ces deux dernières formes (γ_{2c} et γ_{2d}) sont représentées fig. 2, Pl. IV.

forme (θ) à la spore (θ^1) arrondie également, mais plus volumineuse, et à contour plus épais. Enfin, dans la partie supérieure du filament, on peut remarquer des éléments elliptiques, très volumineux, larges de 2μ et même plus, à une ou deux spores, qui ne sont autres que des *Bacterium* de moyenne longueur, ayant arrondi leurs contours, par suite de la laxité de la gaine filamenteuse (1). Cette gaine est même devenue tellement lâche et ténue, que, en a , elle ne se montre plus que sous forme de mince traînée flagelliforme, et que les éléments γ^5_d , γ^5_e , sont presque libres. En θ^1_a , on peut voir une spore isolée, occupant un renflement de cette traînée flagelliforme.

Les éléments elliptiques mono- ou di-sporés que nous venons de décrire, et que l'on peut considérer comme de véritables *sporangies*, ne sont pas les seuls éléments sporifères que l'on rencontre dans les filaments végétatifs. Les éléments en *Bacillus* et en *Bacterium* de toute longueur décrits plus haut, et renfermant un plus ou moins grand nombre de corpuscules cocciformes, peuvent devenir autant de sporanges, par la simple transformation de ces mêmes corpuscules en spores. Nous avons fréquemment observé de vieux filaments polycladés, à gaine fortement ocreuse à leur base, et dont tous les éléments des extrémités libres, non envahies par le pigment, étaient chargés de spores.

Il n'y a pas que les filaments végétatifs qui produisent des sporanges. On trouve très souvent des tronçons de filaments, dissociés, quelquefois très longs, dont les éléments renferment un nombre plus ou moins grand de spores suivant leur longueur. Tel est le tronçon représenté dans la figure 3 (pl. iv), au même grossissement que dans la figure 2. La partie supérieure est formée de quatre sporanges en forme de *Bacterium* long (γ^1_A , γ^1_B , γ^1_C , γ^1_D), dont les deux derniers (γ^1_C et γ^1_D) commencent à jouer l'un sur l'autre, et sont sur le point de se détacher. Deux d'entre eux (γ^1_A et γ^1_D) renferment quatre spores (θ^1); les deux autres, cinq chacun.

Dans tous les cas, quelle que soit la forme et quels que soient les diamètres du sporange, la spore, véritable spore durable (*dauer-spore* des Allemands) a une forme et un volume constants. C'est une

(1) Dans des cas exceptionnels, on voit des chapelets d'éléments sporifères elliptiques bien plus volumineux, et dont le diamètre transversal peut aller jusqu'à $2,5\mu$, 3μ et $3,5\mu$.

masse arrondie, de 1μ de diamètre, très réfringente, à membrane d'enveloppe, ou *exospore*, épaisse et foncée, et se colorant difficilement par les couleurs d'aniline. En un mot, on retrouve là tous les caractères que l'on assigne aux spores des autres Bactériacées. On le voit, il y a une certaine différence entre cette spore et le corpuscule cocciforme d'où elle dérive, lequel est sombre, a une membrane d'enveloppe peu épaisse, se colore très facilement par les couleurs d'aniline, et n'a que $0,7$ à $0,8\mu$ de diamètre.

Le mode de formation des spores, chez *Clad. dichotoma*, ne diffère pas sensiblement de celui décrit chez d'autres Bactériacées, telles que *Bacillus amylobacter* par VAN TIEGHEM (596), *Bacillus ulna* par PRAZMOWSKI (511), *Bacillus anthracis* par R. KOCH (332) et EWART (205), *Bacillus megaterium* par DE BARY (34), *Bacillus carotarum*, *B. tumescens*, *B. inflatus*, *B. ventriculus*, *B. alvei*, *B. brassicæ*, par A. KOCH (331), etc.

Les auteurs qui ont étudié la formation des spores, dans ces différentes espèces, ont tous observé, à quelques détails près, les transformations suivantes de l'élément bactérien évoluant vers le sporange :

1° Augmentation du volume de cet élément, qui, dans le cas d'une spore unique et centrale, peut prendre l'aspect fusiforme (*Clostridium*), ou bien, si la spore se forme à une des extrémités, la forme en têtard (*Urocephalum*);

2° Rétraction du protoplasma vers le point où doit se former la spore.

3° Formation proprement dite d'une seule spore, soit au centre, soit à une des extrémités, ou de plusieurs spores, à l'intérieur de l'élément, par augmentation du volume de la masse protoplasmique centrale, avec épaissement de sa membrane d'enveloppe, et réfringence plus accentuée de son contenu.

Le mode de formation des spores, tel que nous venons de le décrire, chez *Clad. dichotoma*, ne peut être étudié d'une façon satisfaisante qu'à l'aide de réactions spéciales, et surtout avec un grossissement et un éclairage suffisants. L'usage des réactifs colorants (si utiles en bactériologie, quand on sait les manier avec discernement), l'emploi d'un objectif à immersion homogène et l'éclairage perfectionné d'ABBE sont ici indispensables.

Si l'on étudie, dans son état naturel, un filament en voie de former

des spores, et dont la gaine n'est pas trop épaissie, ni trop colorée par le pigment olivâtre dont sont imprégnées même les gaines les plus jeunes, on ne peut distinguer, quel que soit le grossissement, que des chapelets de corpuscules cocciformes, succédant ou entre-mêlés à des masses de forme rectangulaire; la paroi des éléments ne se distingue pas.

Un premier réactif, nullement colorant celui-là, nous a servi à déceler cette paroi des éléments sporigènes, et à nous convaincre que les corpuscules cocciformes ne sont que le résultat de la segmentation du protoplasma interne: ce réactif est l'acide sulfurique étendu de trois fois son volume d'eau (1). Si l'on fait passer une goutte de cette solution entre les deux lamelles, on voit, *instantanément*, apparaître tous les détails que nous venons de signaler: corpuscules cocciformes, parois de la gaine interne, parois des éléments, toutes ces images, jusque-là invisibles ou confusément appréciables, se distinguent maintenant avec une netteté remarquable. L'acide sulfurique a simplement éclairci la préparation, en dissolvant probablement le pigment olivâtre de la gaine interne (2). Toutefois, pour avoir une bonne préparation, permettant une étude de longue durée, il est urgent de laver immédiatement, en faisant passer plusieurs courants d'eau distillée, jusqu'à ce que toute trace d'acide ait disparu. En effet, si on laissait trop longtemps la préparation au contact de cet agent chimique, non-seulement les filaments finiraient par se dissocier, mais encore il se formerait une sorte de précipité nuageux qui obscurcirait tout.

Ce procédé à l'acide sulfurique est excellent pour étudier à des grossissements relativement faibles, avec les objectifs dits *à sec*. Mais, avec les objectifs à immersion homogène et l'éclairage d'ABBE, la réfringence des éléments, jointe à l'intensité de la lumière, empêche de distinguer avec netteté la limite des éléments qu'on observe.

(1) L'action dissolvante si rapide de l'acide sulfurique nous porte à croire que la matière qui incruste la gaine de *Clad. dichotoma* consiste principalement en sels de chaux. Cette précipitation des sels de chaux serait comparable, d'après M. MACÉ (392), qui l'a également observée, à celle que *Leptothrix buccalis* détermine sous forme de tartre dentaire.

(2) L'acide sulfurique pur est trop actif, et dissocie rapidement les filaments; tandis que, avec l'acide convenablement étendu, la situation des éléments à l'intérieur des filaments et le port même de ces filaments sont conservés.

C'est alors que l'emploi des colorants à base d'aniline, devient indispensable. Nous avons essayé ceux dont on se sert le plus ordinairement, en bactériologie, c'est-à-dire : la vésuvine, la fuchsine, le violet de méthyle 5 B, le violet de gentiane et le bleu de méthylène. De tous ces réactifs, la vésuvine, la fuchsine et le violet de méthyle nous ont donné les meilleurs résultats. Nous les avons employés, à l'état de solution aqueuse plus ou moins étendue. La vésuvine est un réactif excellent pour obtenir une faible coloration permettant de voir certains détails qu'une trop forte coloration empêcherait de bien délimiter. Les deux autres réactifs colorent davantage ; et, en général, il ne faut se servir que d'une solution très étendue, surtout si l'on désire voir nettement la mince paroi des éléments à l'intérieur desquels doivent se former les spores. Dans tous les cas, si on n'a pas le soin d'éclaircir préalablement la préparation, au moyen de l'acide sulfurique, par exemple, le bénéfice que l'on peut retirer de l'emploi de ces différents réactifs seuls, pour l'étude de la formation des spores, est presque nul. En effet, ou bien la solution est trop forte, et tout l'élément se colore uniformément ; ou bien elle est trop faible, et les corpuscules cocciformes, qui, de toutes les parties constituant les éléments, sont celles qui possèdent le degré maximum d'élection pour les couleurs d'aniline, sont seuls apparents, tandis que les parois des éléments sont à peine visibles. On le voit, et nous le répétons, l'emploi des couleurs d'aniline, dans le cas particulier de *Clad. dichotoma*, est d'un maniement assez délicat ; et quiconque n'est pas familiarisé avec la variabilité de leur action, s'expose à des erreurs d'interprétation assez graves.

Mais si, préalablement, on éclaircit les filaments par le procédé à l'acide sulfurique que nous venons de décrire, il suffit, après avoir lavé la préparation, de faire passer, entre les deux lamelles, un courant de solution de vésuvine, de violet de méthyle ou de fuchsine. On lave de nouveau pour chasser l'excès de matière colorante, et on peut observer les mêmes détails qu'après le traitement par l'ac. sulfurique seul, mais, cette fois, fixés par la matière colorante, et susceptibles d'être examinés à l'aide de l'éclairage d'ABBE.

Un autre réactif nous a permis de déceler à la fois les corpuscules cocciformes et les parois des éléments : c'est l'iode. Ce réactif a, d'ailleurs, été utilisé par les premiers investigateurs qui se sont

occupés des Bactériacées. Non seulement l'iode se porte sur les parois des filaments et sur celle des éléments ; mais il possède, en outre, une élection bien plus accentuée encore pour le protoplasma, qu'il colore d'autant plus que ce protoplasma est plus condensé, et, pour ainsi dire, plus actif.

C'est ainsi que, dans les filaments à protoplasma homogène et continu, il colorera bien plus fortement les éléments du sommet, où le travail de segmentation est le plus actif, que les éléments de la base, plus anciens, et où la segmentation est arrêtée depuis longtemps. Dans les éléments en voie de former des spores, il se portera avec une intensité plus grande encore sur la partie centrale du protoplasma ; et finalement, il présentera son maximum d'élection pour les corpuscules cocciformes.

Si donc on fait agir sur un filament à éléments sporigènes une goutte d'une solution iodo-iodurée (1), on verra : en dehors de la gaine interne, nettement accusée, les éléments de forme variable tels que nous les avons décrits, et dont le contour est marqué par une fine ligne brun-clair ; puis, au centre, les corpuscules cocciformes, colorés au maximum en brun très foncé, presque noir, tranchant ainsi fortement sur le reste du protoplasma, à peine teinté. Ces différents degrés d'élection de l'iode pour les différentes parties d'un seul et même élément, en font un réactif des plus précieux pour les recherches délicates de la bactériologie. Malheureusement, l'iode étant très soluble, cette réaction est très fugace, et on ne peut guère l'utiliser que pour une étude passagère ou de courte durée. Nous avons cependant essayé de fixer, pour ainsi dire, cette réaction de l'iode, et nous y sommes arrivé par un procédé qui diffère peu de celui de GRAM (262). Il suffit, pour cela, de colorer d'abord avec une couleur d'aniline quelconque, en solution aqueuse étendue, puis de laver à plusieurs reprises, et ensuite de

(1) La solution iodo-iodurée dont nous nous servons, est celle de RANVIER :

Iodure de potassium.....	2 gr.
Eau distillée.....	100 "
Iode.....	à saturation.

(2) Ce procédé permet même de colorer les spores de *Clad. dichotoma*. L'exospore, avec l'iode et le violet de méthyle, par exemple, se colore en violet noir très foncé ; et le centre, tout en gardant sa réfringence, se colore en violet pâle.

faire agir l'iode. On obtient alors des préparations définitives, susceptibles d'une étude de longue durée, et pouvant se conserver.

Si l'on désire une coloration, non pas plus intense, mais plus durable : après avoir fait agir une couleur d'aniline, la vésuvine, par exemple, on fait passer une goutte d'une autre solution colorante, de violet de méthyle 5 B, je suppose ; puis on fixe, par l'iode, comme nous venons de l'indiquer. Les préparations obtenues par ce dernier procédé, se conservent intactes et très longtemps (2). Quant au milieu conservateur, après avoir expérimenté les différents milieux recommandés aujourd'hui, tels que le montage dans la solution concentrée d'acétate de potasse, ou dans le baume du Canada dissous dans le xylol, etc., nous les avons abandonnés, les uns après les autres, et nous nous sommes arrêté au procédé suivant :

Après avoir fait agir l'iode, pendant une ou deux minutes, on déplace et remplace ce liquide par une goutte de glycérine saturée, de la solution iodo-iodurée (1). On aspire l'excès de glycérine, et on ferme la préparation.

La glycérine seule, on le sait, est un puissant décolorant des éléments bactériens, traités d'abord par une couleur d'aniline : de là, l'impossibilité de les conserver, dans ce milieu. En saturant la glycérine d'iode, et en la faisant agir sur des éléments qui, après avoir été colorés par une couleur d'aniline, ont subi également l'action de l'iode, il est probable que la solubilité de l'iode se trouve par là même arrêtée. Ainsi donc, d'une part, en fixant les couleurs d'aniline par l'iode, on arrive à utiliser deux excellents réactifs, qui, isolément, ne donnent que peu de résultats ; et, d'autre part, en saturant la glycérine d'iode, on utilise, pour le montage des préparations, le meilleur milieu conservateur connu, en micrographie.

Nous avons cherché si d'autres matières colorantes, en dehors des couleurs d'aniline, pouvaient fixer les parois des éléments et les corpuscules cocciformes. Nous avons trouvé, dans l'hématoxyline, un réactif qui, sans valoir les précédents, nous a été néanmoins utile pour contrôler les résultats obtenus par les autres procédés. Après avoir éclairci la préparation par l'ac. sulfurique convenablement étendu, comme précédemment, on fait agir une goutte de la

(1) Ce liquide s'obtient en mélangeant parties égales de glycérine et de la solution iodo-iodurée de RANVIER.

solution d'hématoxyline de RANVIER. On laisse les éléments s'imprégner de la matière colorante, pendant 24 heures ; puis, on monte dans la glycérine saturée d'hématoxyline. La paroi des tubes, celle des éléments et les corpuscules cocciformes, sont colorés en violet (1).

Enfin, par le procédé suivant, on peut obtenir une double coloration. Après avoir éclairci la préparation, au moyen de l'acide sulfurique étendu, et l'avoir lavée, on fait passer un courant de solution étendue de bleu de méthylène ; puis, on lave de nouveau, et on fait pénétrer entre les deux lamelles, une goutte de la solution iodo-iodurée. Le bleu se porte sur les parois des filaments et des éléments, tandis que les corpuscules cocciformes, qui fixent à la fois l'iode et le bleu de méthylène, se colorent en vert foncé, et le reste du protoplasma se colore en bleu très clair. Cette double coloration n'a qu'un inconvénient, c'est qu'elle est très fugace, et, par suite, ne peut se conserver.

(1) Ce procédé de coloration à l'hématoxyline, qui nous a servi pour déceler la nature des *corpuscules cocciformes*, et que nous avons signalé, dès 1885 (56), a servi dernièrement à P. ERNST (199) pour démontrer la présence de corps nouveaux, d'après lui à l'intérieur des éléments bactériens. Ces corpuscules préluderaient à la formation des spores et mériteraient pour cette raison, le nom de *noyaux sporigènes*. On le voit, ce sont les analogues de nos *corpuscules cocciformes*. P. ERNST décrit et figure ces noyaux chez un certain nombre de Bactériacées, telles que : *Bacillus fluorescens*, *B. butyricus*, *B. cyanogenus*, *B. tuberculosis*, *B. pseudosubtilis*, *B. typhiabdominalis*, *B. megaterium*, *B. æerosis*, etc. Il se peut que quelques-uns de ces noyaux soient réellement les précurseurs des spores. En cela, il serait d'accord avec presque tous les auteurs qui admettent la rétraction du protoplasme sous forme d'une sorte de corpuscule précédant la formation de la spore. Ce qu'il appelle noyau n'aurait donc pas la valeur qu'il semble vouloir lui attribuer, en lui donnant toutes les qualités d'un véritable noyau cellulaire. D'autre part, il nous a semblé, d'après les figures mêmes de l'auteur que plusieurs de ces noyaux, en raison de leurs dimensions variables, de leur disposition irrégulière à l'intérieur des éléments, et surtout de leur situation dans des éléments à coup sûr hypertrophiés et déformés, ressemblaient beaucoup aux grains qui se colorent si énergiquement dans les éléments où s'élabore cette sorte de dégénérescence. Nous les décrirons nous-même plus loin, chez *Clad. dichotoma*. Il en serait à peu près de même, d'après BÜCHNER (97 bis) et PFUHL (498 bis), pour les corpuscules situés à chaque extrémité des bâtonnets de la fièvre typhoïde et décrits comme des spores par GAFFKY (235). Ce serait des productions artificielles déterminées par le mode de coloration (violet de gentiane).

Il y a lieu de rapprocher les *corpuscules cocciformes* que nous venons de décrire, et les *noyaux sporigènes* de ERNST, des granules analogues signalés, en 1886, par KUNSTLER (347), chez *Spirillum tenue*, et qui, pour lui, seraient des spores ou mieux des *Kystes monosporés*. Parmi les procédés de coloration qui lui ont permis de les déceler, il est intéressant de noter que c'est également l'hématoxyline (additionnée de glycérine et d'acide chromique) qui lui a donné un des meilleurs résultats.

Tels sont les différents procédés qui nous ont permis de constater et de suivre la formation des spores endogènes, chez *Clad. dichotoma*. Sans l'éclaircissement préalable des filaments, et sans l'emploi de forts grossissements et d'un bon éclairage, il est presque impossible de voir la paroi des éléments, dont l'existence est si importante à constater, pour juger de la véritable nature des corpuscules cocciformes. Et cependant, même sans les réactions spéciales que nous venons d'indiquer, et même à un faible grossissement, il est aisé de *deviner* ou de *soupçonner*, que ces corpuscules cocciformes ne sont pas indépendants, dans l'intérieur des filaments.

Si l'on se reporte à la fig. 6 (Pl. I), par exemple, de l'ouvrage de Zopf (660), on voit des groupes de deux, trois, quatre, cinq, etc... *cocci* (comme il désigne nos corpuscules cocciformes), manifestement séparés les uns des autres par des intervalles plus ou moins considérables, et ne se suivant pas en une seule série moniliforme et ininterrompue. Si Zopf avait employé notre procédé, il aurait certainement constaté, précisément dans ces intervalles, l'existence des cloisons de séparation des éléments, et il aurait pu s'assurer que ses *cocci* ne sont que le résultat de la rétraction et de la segmentation du protoplasma interne, en voie de devenir des spores.

On comprend maintenant pourquoi nous n'employons pas le terme de *cocci*, pour désigner ces corpuscules spéciaux qui évoluent vers la spore. En effet, le terme *Coccus* ou *Micrococcus* (1) s'applique, pour nous, à un élément bactérien tout entier, résultant de la segmentation d'un *Bacterium court* en deux éléments nouveaux, à contours complètement arrondis. Les corpuscules cocciformes, au contraire, n'ont point du tout la même valeur morphologique, puisqu'ils résultent de la segmentation du protoplasma interne d'un élément bactérien, pour former, à l'intérieur de celui-ci, des masses sphériques particulières, qui, en se modifiant, deviendront des spores.

Nous allons maintenant étudier la germination des spores de *Clad. dichotoma*. Ce phénomène se produit, le plus souvent, à la surface même du liquide de culture, c'est-à-dire au contact de l'oxygène de l'air, ou bien dans la zone des filaments d'algues les plus

(1) Voir le tableau de terminologie générale (p. 26).

rapprochés de la surface. Les spores s'échappent des filaments, en général, quand elles ne sont encore qu'à l'état de corpuscules cocciformes, et incluses dans leurs éléments générateurs. Finalement, la plupart de ces éléments sporigènes, isolés et mobiles, que nous avons déjà décrits (p. 29), de taille et de forme les plus diverses, se segmentant de plus en plus, viennent à la surface du liquide, et s'agrègent en petits îlots, renfermant un petit nombre d'éléments, la plupart en forme de *Bacterium* ou de *Diplobacterium* court, à un ou deux corpuscules cocciformes. Puis, les mouvements de ces éléments s'arrêtent; leurs minces parois subissent une sorte de gélification et de gonflement, se soudent entre elles, et se fondent les unes dans les autres. Il en résulte bientôt des essaims zoogléiformes, entourés d'une seule enveloppe gélatineuse, à l'intérieur desquels les corpuscules cocciformes se développent rapidement en spores, pour germer presque immédiatement. Toutefois, pour la germination des spores, il n'est pas indispensable que celles-ci s'agrègent en essaims tels que nous venons de le décrire. On peut rencontrer des spores isolées qui, après avoir quitté leurs éléments générateurs, germent, non seulement à la surface du liquide, mais encore sur toute espèce de corps organisés ou même minéraux (tels que les cristaux de carbonate de chaux, comme nous l'avons déjà fait remarquer). Mais c'est à la surface qu'il est le plus facile d'observer la germination des spores, parce que l'on peut, dans un même îlot zoogléiforme, observer toutes les phases de cette germination. Tel est celui que nous avons représenté fig. 4 (Pl. iv). On y voit quelques spores, à différents stades de leur germination, entourées chacune d'une capsule gélatineuse se confondant avec les capsules voisines, par leurs points de contact. L'ensemble représente une masse festonnée, dont chaque feston correspond à l'emplacement d'une spore.

Quant aux modifications que subit la spore elle-même, pour germer, nous allons les décrire, dans leur ordre de succession. En premier lieu, la spore, avec les caractères que nous lui avons reconnus, augmente en diamètre (de 1 μ , diamètre primitif, à 1,1 et 1,2 μ); le contenu perd un peu de sa réfringence, et l'exospore, un peu de son épaisseur. En même temps, apparaît, appliqué contre l'exospore, un point qui se colore plus fortement que le reste, et que, en raison de ses propriétés, nous appelons *point germinatif* (Pg. θ^1_a , θ^1_b ,

θ^1_c , θ^1_d — fig. 4 et 5, et θ^1_e — fig. 5 — Pl. VI). C'est, en effet, de ce point que naîtra le futur filament primitif et générateur de la touffe de *Cladothrix*. Nous avons trouvé ce point germinatif, d'une façon constante, dans toutes les spores en voie de germination que nous avons observées. A ce premier stade de la germination (θ^1_a , fig. 4 et 5, Pl. IV), succède bientôt un deuxième stade, non moins caractéristique. Au pôle diamétralement opposé au pôle occupé par le point germinatif, la spore, jusque là parfaitement sphérique, et entourée de l'exospore (*Ex.*), d'une épaisseur égale partout, semble se soulever en une sorte de calotte à contour plus ou moins arrondi (*Co*, in θ^1_b , et θ^1_c , — fig. 4 et 5, Pl. IV). Il en résulte que la spore, qui a encore augmenté sensiblement de volume, et perdu notablement de sa réfringence, présente maintenant un aspect des plus caractéristiques. Elle est divisée en deux parties bien distinctes. L'une de ces parties, inférieure et hémisphérique, renferme le *point germinatif* (*Pg*); elle est entièrement limitée par le contour épais et foncé de la spore primitive, excepté sur la surface d'intersection qui la relie à la calotte supérieure; son contenu est moins réfringent que le contenu de la spore primitive, et se colore assez fortement; son diamètre atteint $1,3 \mu$ à $1,4 \mu$. L'autre partie, supérieure, est représentée par la calotte à contour arrondi, que nous venons de décrire. Elle est hyaline, transparente, ne se distingue guère, à l'état naturel, et se colorant à peine, offre ainsi un certain contraste avec la partie inférieure. Elle se continuera plus tard avec la gaine externe des filaments; elle offre les mêmes réactions que cette dernière, et, par suite, à notre avis du moins, elle est de nature mucilagineuse. Sa base se confond avec celle de la partie inférieure, et son diamètre le plus large est égal à celui de cette dernière, moins l'épaisseur de l'exospore: soit de $1,2 \mu$ à $1,3 \mu$. Sa hauteur est variable, puisqu'elle se développe de plus en plus, à mesure que la germination s'accroît. Néanmoins, avant l'apparition de tout rudiment de filament, cette hauteur atteint $0,8 \mu$ à 1μ : soit, pour la hauteur totale de la spore, à ce moment précis, $1,8 \mu$ à 2μ .

Ce stade, qui précède immédiatement la naissance du rudiment du premier filament, est si caractéristique, qu'on ne peut confondre, à ce moment, les spores de *Clad. dichotoma* avec aucune autre spore connue. Si, en effet, on le compare avec le stade correspondant,

chez les spores les mieux étudiées, celles de *Bacillus subtilis* et de *B. anthracis*, par exemple, on pourra juger de la différence. Chez *B. subtilis*, comme on le sait depuis BREFELD (92), et comme l'ont confirmé les travaux de PRAZMOWSKI (511), la spore elliptique, au moment de germer, ne présente plus d'épaississement de l'exospore, qu'aux deux extrémités du grand diamètre, dont l'intervalle devient hyalin ; et la germination se fait, entre ces deux points opposés, par un bourgeon à direction perpendiculaire à celle du grand diamètre. Chez *B. anthracis*, d'après les premières observations de R. KOCH (332), vérifiées également par PRAZMOWSKI (511 bis) et EWART (205), la spore, pareillement elliptique, conserve son exospore, dans tout l'étendue de son contour, excepté à l'une des extrémités de son grand diamètre. Enfin, chez *Clad. dichotoma*, la spore, arrondie, présente ces deux parties hémisphériques que nous venons de décrire : l'une plus grande à exospore épaisse ; l'autre, hyaline, par où se fera jour le germe du filament primitif.

Le troisième stade de la germination est marqué par l'apparition du premier rudiment filamenteux (θ^1_e , — fig. 4 et 5, Pl. IV), ou *germe*. La spore, à ce moment, présente à peu près les mêmes caractères que dans le stade précédent, avec cette différence, que, de *A* en *B*, c'est-à-dire du point germinatif (*A*) au point diamétralement opposé (*B*), s'étend une masse protoplasmique, rudiment du premier élément bactérien, d'où dériveront tous les autres éléments constitutifs de la future touffe de *Cladothrix*. Ce qu'il faut noter, c'est la persistance du point végétatif, sous forme d'un point accentué, plus sensible aux agents colorants.

Dans les stades suivants, trois ordres de phénomènes se produisent simultanément, pour donner naissance au filament monoclade primitif.

1° La partie inférieure, à exospore épaisse, de la spore, augmente encore de volume (soit 2μ à $2,1\mu$ de diamètre transversal), et éclaircit considérablement son contenu (Voir θ^1_a , θ^1_e , θ^1_g — fig. 5, Pl. IV). En même temps, le reste de l'exospore s'affaisse de plus en plus, jusqu'à s'aplatir complètement, et former ce que nous avons appelé la *plaque d'attache* (*Pa*), qui va servir de base à la touffe future. Le filament primitif *AB* se développe de plus en plus, poussant devant lui la calotte hyaline supérieure, et se divise bientôt en *Lep*-

tothrix et en *Bacillus* (α^1 ; α^2 , α^2_a — β^1 , β^1_a). Notons que le point germinatif (*Pg*), qui, jusqu'ici, était tangent à la face interne de l'exospore, s'élève un peu vers le centre de la spore (Voir θ^1_a et θ^1_e). Il subsiste assez longtemps; un certain intervalle le sépare du premier élément bactérien, jusqu'au moment où l'exospore s'affaisse complètement, et où le premier élément bactérien confond sa base avec la plaque d'attache (θ^1_g).

2° La calotte supérieure, nous l'avons dit, poussée par le développement du filament même, suit ce filament dans son accroissement, l'entoure comme d'un manchon, et devient ainsi la gaine externe (*Ge*) (1).

Tels sont les stades successifs de la germination de la spore, chez *Clad. dichotoma*, et que nous pouvons résumer ainsi :

1° Augmentation du volume de la spore; diminution de sa réfringence, et de l'épaisseur de l'exospore; — apparition du point germinatif, au pôle inférieur.

2° Division de la spore en deux zones hémisphériques: l'une, inférieure, plus volumineuse, conservant son exospore périphérique; l'autre, supérieure, hyaline et transparente.

3° Entre les deux pôles, apparition du rudiment ou germe du filament primitif, dont la base naît du point germinatif, et dont le sommet pousse devant lui la calotte supérieure.

4° Aplatissement progressif de l'exospore, qui devient la plaque d'attache du filament primitif; — accroissement et segmentation du filament primitif, en même temps qu'allongement de la calotte supérieure, qui entoure ce filament, et devient la gaine externe.

Il nous reste à dire maintenant quelques mots de cette *dégénérescence* particulière qui, à un moment donné, peut affecter tous

(1) Ce mode de germination des spores chez *Clad. dichotoma*, présente une grande analogie avec le mode de germination des spores chez certaines algues *Nostocacées*, et en particulier chez les *Nostoc*. Chez la plupart de ces derniers, en effet, la spore en germe se divise en deux parties hémisphériques: la supérieure s'amincit et se confond avec la glaire que sécrète le trichome primitif; la partie inférieure, plus épaisse, ne disparaît que lorsque « le jeune *Nostoc* a pris quelque développement » (Voir principalement la description de la germination des spores chez *N. ellipsorum* RABENH., par M. BORNET (84). C'est un rapprochement de plus à faire entre la morphologie des Bactériacées et celle des algues *Cyanophycées*.

les éléments bactériens, quelle que soit leur forme, quelle que soit la période de leur développement à laquelle ils se trouvent.

Cette sorte de dégénérescence ne se produit, d'ailleurs, que dans des liquides de culture anciens, et où, pour ainsi dire, il y a un excès d'accroissement des filaments de *Cladothrix*. Il arrive alors que ces éléments, en partie, subissent, dans leur forme et leur constitution générales, des modifications profondes, de nature pathologique ; car elles ont pour terminaison la mort des éléments que la dégénérescence atteint.

Bien que cette dégénérescence puisse affecter des éléments jeunes encore, on la trouve surtout développée dans les vieux filaments, à gaines (interne et externe) épaissies, et encroûtées de pigment ocreux. Elle peut se produire également dans les éléments isolés, libres, et dans ceux qui sont contenus à l'intérieur des zoogloées ou des masses enchevêtrées.

Dans tous les cas, cette dégénérescence présente les caractères suivants :

1° *Hypertrophie* de l'élément, et amincissement correspondant de la membrane d'enveloppe.

2° *Déformation* totale ou partielle de l'élément, qui se caractérise par une irrégularité plus ou moins grande des contours.

3° Changement dans l'aspect et dans la densité du contenu de l'élément, qui devient hyalin, clair, se colore peu ou mal par les réactifs, et surtout, renferme de nombreuses *granulations* de nature particulière. Ces granulations sont disséminées dans toute l'étendue de l'élément, ou bien agglomérées en une masse centrale. Elles sont ordinairement arrondies ; mais elles peuvent affecter un contour irrégulier, par suite de la réunion de plusieurs petites granulations en une seule masse. La disposition la plus fréquente est la disposition trois par trois, en forme de trèfle. Leurs dimensions sont des plus variables, depuis les plus volumineuses, qui ont à peu près le diamètre des corpuscules cocciformes, jusqu'à 0,1 μ et même moins. On peut voir ces différentes formes d'éléments granulés, fig. 6, 7, 8 et 9. (Pl. iv).

En général, cette dégénérescence est moins active dans les éléments qui sont encore contenus à l'intérieur des filaments. Mais elle

est poussée à l'excès chez certains éléments isolés (voir fig. 10), soit vivant à l'état libre, soit agrégés en zooglées. La membrane développée devient alors tellement mince, le contenu tellement hyalin et transparent, que les granulations, qui sont douées d'une réfringence assez grande, se voient, même sans réactifs. C'est également dans ces derniers éléments, qui ne sont plus maintenus par les parois de la gaine interne des filaments, que la déformation est excessive. On en peut juger par les éléments rectilignes ; *a. b. c. d. e. f. g... t* (fig. 9, Pl. iv).

Mais c'est surtout dans les éléments courbes et spiralés que nous avons observé l'hypertrophie et la déformation les plus accentuées. Chez ces derniers (fig. 9 — Pl. iv, de *h* à *t*), on peut remarquer que l'hypertrophie va en augmentant, des extrémités vers le centre de l'élément, où elle est le plus active, et tellement prononcée parfois (en *i*, par exemple), que le renflement médian peut atteindre jusqu'à quatre et cinq fois le diamètre normal. On peut observer, en outre, dans ce dernier cas, l'existence, au centre de ces renflements médians, d'une vacuole (*vac.*) (1).

Enfin, à mesure que l'hypertrophie augmente, le contenu devient de plus en plus clair, et les granulations deviennent de moins en moins nombreuses.

On arrive ainsi à des formes telles que *r, s* et *t* (fig. 10 — Pl. iv), complètement immobiles, quoique possédant encore des cils, et réduites à l'état d'éléments tout à fait transparents, à protoplasma très clair, à membrane d'enveloppe très ténue, ne contenant plus de granulations, et hypertrophiés au maximum.

Quelle est la nature de ces granulations ? Tout d'abord nous ne les avons constatées que dans les éléments contenus à l'intérieur des filaments. Là, les éléments ont encore une enveloppe assez

(1) Cette formation de vacuoles, au sein du protoplasma des éléments bactériens, vacuoles qui ne se colorent généralement pas à l'aide des couleurs d'aniline, semble être un phénomène assez fréquent, chez les Bactériacées. Elle se produirait principalement, lorsque ces microorganismes se trouvent dans des milieux peu favorables à leur développement normal. C'est à elles que l'on doit en particulier, attribuer ces parties claires, alternant avec les parties colorées, que l'on remarque dans certains éléments bactériens, tels que les Bacilles de la tuberculose et de la lèpre et les Bacilles-virgules du choléra, et que quelques auteurs ont prises pour des spores. M. VIGNAL (618) vient de les constater également, chez *Bacillus mesentericus vulgatus*.

épaisse, qui empêche de les distinguer sans réactifs. On pourrait objecter que ces granulations sont le résultat d'un artifice de coloration.

Mais, plus tard, nous avons constaté leur présence, sans l'emploi d'aucun réactif, chez des éléments libres, dont la membrane d'enveloppe était devenue extrêmement mince. Donc elles existent réellement.

Étant donnée leur réfringence assez grande (surtout dans les éléments dont la paroi s'est fort amincie, et dont le contenu est devenu très hyalin), nous avons pensé, un moment, à des cristaux de soufre, analogues à ceux que l'on a signalés dans les *Beggiatoa*. Or, ces granulations ne se laissent influencer, ni par le sulfure de carbone, ni par un excès d'alcool absolu. On ne peut donc les considérer comme des granules de soufre. Les acides forts (sulfurique, azotique, chlorhydrique) ne les attaquent pas ; et il en est de même de la potasse et de la soude. Elles ne sont donc pas de nature cristallisée. — Enfin l'acide osmique les laisse complètement intactes : ce ne sont donc pas des gouttelettes huileuses, comme leur aspect et leurs volumes variés pourraient en suggérer l'idée.

Elles ont une élection particulière pour l'iode, et dans une proportion égale ou peut-être même supérieure à celle des corpuscules cocciformes. Elles s'aperçoivent bien moins distinctement avec les couleurs d'aniline, qui, colorant le tout, ne servent qu'à les masquer. Mais on les fait réapparaître, quand, après avoir coloré avec une couleur d'aniline, on fait passer un courant d'iode. Enfin, l'ac. sulfurique convenablement étendu les met en évidence également. On le voit : ces granulations offrent les mêmes réactions que les corpuscules cocciformes. Ajoutons à cela, que cette dégénérescence est très fréquente dans les éléments qui fabriquent des spores. quand, à côté d'éléments renfermant encore des corpuscules cocciformes (γ^1a — fig. 8, Pl. IV), on rencontre d'autres éléments à granulations, et surtout quand on peut voir à la fois, dans un même élément (γ^1a — fig. 7, Pl. IV), un corpuscule cocciforme (θ) et des granulations (*Gr.*). Il est donc tout naturel que leur rapport intime avec les corpuscules cocciformes, se présente immédiatement à l'esprit.

Et réellement, nous pensons que ces granulations résultent de la division, de la fragmentation, des corpuscules cocciformes, dans des

éléments déformés et hypertrophiés ; en un mot, elles dérivent des corpuscules cocciformes, et sont, comme ceux-ci, de nature protoplasmique.

Nous croyons qu'on peut rapporter ces formes d'éléments dégénérés aux *Involutionsformen* des Allemands, qu'on observe dans un grand nombre de Bactériacées, et qui consistent aussi en des éléments fort hypertrophiés et déformés. Quant aux granulations protoplasmiques, qui accompagnent cette hypertrophie, nous croyons qu'elles ont une signification pathologique et sont les signes d'une sorte de *dégénérescence granuleuse*, entraînant la mort des éléments qui en sont atteints.

BACTERIUM BALBIANII, nov. sp. (1)

La Bactériacée que nous allons décrire, et que nous dédions à M. le Professeur BALBIANI, se distingue des espèces connues jusqu'ici, par trois caractères principaux :

1° Son *état zoogléique* de forme déterminée et constante ;

2° La *couleur* jaune orangé qu'elle présente à certaines périodes du cycle de son développement ;

3° Sa *prédilection* pour les milieux salins, et, en particulier, pour l'eau de mer où se putréfient des algues marines.

Nous l'avons trouvée, en effet, dans l'eau de mer où macéraient, depuis quelques semaines, différentes algues marines, principalement des Laminaires et des Ulves. C'est à la surface de ces liquides qu'on la distingue aisément, aux masses plus ou moins volumineuses qu'elle forme, et qui varient, comme coloration, du jaune pâle au jaune orangé.

A l'examen microscopique, ces masses orangées, qui peuvent arriver à recouvrir toute la surface des liquides de culture, ne sont autre chose que des amas de Zooglées, au sens strict que nous attachons à ce terme. Elles sont dues à la réunion de petites capsules à enveloppe gélatiniforme, et plus ou moins arrondies, renfermant des éléments bactériens rectilignes et très ténus, ne dépassant pas $0,5\mu$ à 1μ dans leur plus grand diamètre. Quand ces petites capsules deviennent confluentes, elles forment, en se rapprochant les unes des autres, des sinuosités et des circonvolutions qui finissent par donner à l'ensemble des Zooglées un aspect *cérébroïde* des plus nets et des plus constants. Nous allons revenir bientôt, et plus en détail, sur le mode de formation et le développement de cet état zoogléique, non encore étudié jusqu'ici, et qui suffit, presque à lui

(1) Voir le résumé de nos premières observations sur cette nouvelle espèce chromogène et marine (59).

seul, pour faire distinguer cette nouvelle Bactériacée de celles qui ont déjà été décrites et principalement des Bactériacées à coloration jaune plus ou moins accentuée, caractère qu'elle présente également au cours de son développement.

A l'état libre, nous l'avons rencontrée non-seulement à la surface des liquides où se putréfient des algues marines, mais encore sur des thalles mêmes de Laminaires et d'Ulves : elle est alors très reconnaissable, aux petites taches circulaires et orangées, dont elle parseme souvent la surface entière de ces thalles.

C'est, en partant de cet état zoogléique, tout à fait remarquable par ses caractères morphologiques, que nous sommes arrivé, à l'aide de cultures pures, et en variant la constitution même des milieux, à reconstituer le cycle évolutif à peu près complet de *B. Balbianii*.

Notre premier soin sera donc de décrire cet état zoogléique que nous prenons comme point de départ de transformations ultérieures, et tout d'abord d'indiquer la méthode dont nous nous sommes servi pour isoler la nouvelle bactériacée à l'état de pureté.

ÉTAT ZOOGLEÏQUE.

Pour obtenir l'état zoogléique, à l'état de pureté, nous nous sommes servi de la méthode qui nous a paru la plus sûre, et en même temps la plus rapide, parmi celles qui sont actuellement usitées en Bactériologie. Le principe de notre méthode est le même que celui sur lequel est basé le *procédé mixte* de MIQUEL (423, 424).

On sait que ce procédé consiste à faire des dilutions étendues du liquide qui renferme la Bactériacée à étudier, dilutions au $\frac{1}{400}$ ou même au $\frac{1}{1000}$, puis à ensemercer et à répartir une goutte de cette dilution dans un milieu nutritif solide, préalablement liquéfié par la chaleur. Ce procédé réunit à la fois les avantages du principe du *fractionnement des germes*, qui est celui de l'École française, et celui du *triage* facile de ces mêmes germes, qui est celui de l'École allemande. Mais nous avons été obligé de renoncer à l'emploi de la gélatine nutritive, qui est le milieu de prédilection de cette dernière école. En effet, la gélatine se liquéfie trop rapidement, et à une température relativement basse (de 20° à 25° C.), et, d'autre part, sur ce milieu, les colonies (du moins celles de *B. Balbianii*) deviennent

trop rapidement confluentes et englobent, en moins de vingt-quatre heures, les colonies des autres Bactériacées étrangères. Il s'en suit que le triage des colonies qui appartiennent exclusivement à *B. Balbianii* est très délicat, avec l'emploi de la gélatine, et qu'il devient presque impossible d'avoir des cultures pures, par cette méthode. Enfin, sur la gélatine, nous n'avons jamais pu obtenir l'état zoogléique parfait, c'est-à-dire le groupement caractéristique des éléments en masses gélatiniformes et cérébroïdes. C'était une raison encore plus sérieuse pour nous faire abandonner ce procédé, puisqu'il nous privait du criterium morphologique que nous considérons comme essentiellement lié à la reconstitution future du cycle évolutif de notre Bactériacée. La *gélose* nutritive (1), au contraire, nous a présenté tous les avantages requis pour la culture de *B. Balbianii*, et en particulier de son état zoogléique. En effet, elle reste solide jusqu'à plus de 70° C., ne se liquéfie pas par le développement des colonies (ce qui retarde leur confluence), et permet, bien plus facilement qu'avec la gélatine, le triage de ces mêmes colonies; enfin, étant constituée presque entièrement par des algues marines, elle se rapproche beaucoup, comme constitution, du milieu dans lequel vit *B. Balbianii*, à l'état spontané.

En résumé, voici notre *modus faciendi* pour obtenir l'état zoogléique de *B. Balbianii*, à l'état de pureté :

1° A l'aide d'un fil de platine stérilisé à la flamme, on prend une parcelle aussi mince que possible des zooglées qui se développent dans les cultures à l'air libre, et on la dilue dans quelques centimètres cubes d'eau de mer stérilisée, contenus dans un tube à essai, en agitant fortement ce tube de façon à dissocier les petites capsules zoogléiques et à les disséminer au sein du liquide. D'après le trouble plus ou moins accentué de cette première dilution, on fait une seconde dilution, à l'aide d'une goutte de la première, que l'on mêle à quelques centimètres cubes d'eau de mer stérilisée, contenus dans un autre tube à essai. On répète cette opération jusqu'à ce que le liquide obtenu soit à peine trouble, de façon à n'inoculer sur la gélose qu'une goutte aussi peu chargée que possible de germes ;

2° A l'aide d'une pipette en verre stérilisée, on prélève une goutte

(1) La gélose dont nous nous servons contient 1 gr. 5 d'*agar-agar* pour 100 gr. de bouillon de bœuf ou de veau neutralisé.

de ce dernier liquide chargé de germes, et on l'incorpore à de la gélose nutritive préalablement liquéfiée et renfermée dans un tube à essai. On agite et on tourne le tube en différents sens, de façon à répartir les germes ensemencés dans toute la masse liquide ;

3° On verse alors le contenu du tube sur une ou plusieurs plaques en verre, que l'on place sous la cloche humide, stérilisée au sublimé corrosif, utilisée pour le développement des germes sur plaques, — ou, ce qui est préférable, on verse le contenu dans de petites boîtes en verre, stérilisées préalablement, à couvercle creusé d'une rainure rodée à l'émeri, et à peine hautes d'un centimètre (1), et employées maintenant dans presque tous les laboratoires.

Dans ces conditions, en l'espace de douze heures, à la température de 20° à 25° C. (2), on voit déjà la surface de la gélose présenter, par place, de petites colonies à contour nettement arrondi ou ovulaire, faiblement colorées, de teinte plutôt opalescente, dont les plus

(1) Ces petites boîtes en verre sont appelées à remplacer les plaques employées primitivement pour la culture des germes. Elles ont, en effet, sur ces dernières, le double avantage, d'être plus aisément maniables et d'avoir un couvercle qui permet d'examiner, à un faible grossissement, le développement des colonies, sans être obligé d'exposer la surface du milieu à la contamination directe des germes venant de l'atmosphère. Le premier auteur qui a eu l'idée de remplacer les plaques (si faciles à contaminer), par les boîtes en verre, est J. PETRI (496). Mais ces boîtes, non fermées, étaient encore placées, comme les plaques de KOCH, sous la cloche humide stérilisée. Plus tard, EISENBERG (488) ajouta à ces boîtes en verre un couvercle avec rainure rodée, pour permettre l'obturation plus facile. On peut d'ailleurs ajouter de la paraffine fondue dans la rainure, pour obtenir une fermeture plus hermétique encore. Ces boîtes ont été très habilement modifiées par MIQUEL (424), de la manière suivante. Elles sont « forées, à leur centre, d'un trou dans lequel s'engage un tube muni d'une bourre d'ouate : le tube et l'ouverture sont usés à l'émeri. C'est par ce tube que se fait l'ensemencement, et par la cheminée l'aération de la surface de la gélatine ». On peut se contenter, à l'exemple de MM. NOCARD et ROUX (454), de boîtes dont la paroi est perforée en un point que l'on obture par de l'ouate et par où se fait la circulation de l'air. Nous nous sommes également servi, pour le développement des colonies, de la méthode de KOCH, modifiée par ESMARCH (203), en remplaçant toutefois la gélatine par la gélose. Ce procédé, dit de la *plaque enroulée*, consiste, comme on sait, à liquéfier, à la chaleur, la substance nutritive ensemencée dans un tube à essai, bouché avec une bourre d'ouate, puis à répartir cette substance nutritive sur toute la surface interne du tube, en faisant rouler ce tube sur lui-même. — Enfin, le procédé de ROUX (546bis) donne encore d'excellents résultats. Il consiste à coucher horizontalement le tube à essai qui renferme la gélose liquéfiée et ensemencée, de façon à répartir, sur une assez grande surface, les colonies futures que l'on prélèvera, une fois développées.

(2) L'étuve-incubateur dont nous nous servons est l'excellente étuve de D'ARSONVAL (nouveau modèle, à membrane régulatrice métallique, construit par la maison ADNET).

grosses ne dépassent pas le diamètre d'une petite tête d'épingle. A ce moment, si on examine au microscope, à un faible grossissement, on ne peut encore découvrir, dans ces colonies, l'aspect zoogléique caractéristique. Mais si on les examine, vingt-quatre heures après l'ensemencement, et toujours à la même température de 20° à 25° C., on voit ces petits îlots d'abord arrondis, prendre une teinte orangée de plus en plus accentuée ; en même temps, leur contour devient sinué et se découpe en forme de circonvolutions. En un mot, ils ont pris l'aspect cérébroïde caractéristique, que nous avons décrit précédemment (fig. 1, pl. VIII).

A l'aide d'un fil de platine stérilisé à la flamme, il devient alors facile d'isoler un des petits îlots dont l'aspect et la couleur sont si caractéristiques, et à le plonger de nouveau dans un tube à essai renfermant quelques centimètres cubes d'eau de mer (le tout soigneusement stérilisé). On fait ainsi une nouvelle dilution, et, comme précédemment, on inocule une goutte de cette dilution à de la gélose que l'on verse dans une nouvelle boîte de cristal stérilisée. Presque toujours toutes les colonies obtenues par ce nouveau fractionnement donnent des îlots cérébroïdes et orangés qui représentent l'état zoogléique de *B. Balbianii*. On a alors une culture que l'on peut considérer comme pure. Il ne reste plus, pour la conserver dans cet état de pureté, qu'à prélever une parcelle de cette culture, et à l'inoculer *en strie* sur de la gélose renfermée dans des tubes à essai fermés à l'ouate stérilisée, et que l'on a préalablement inclinés pour disséminer la gélose sur la plus grande surface possible. Des colonies se développent rapidement le long de la strie d'inoculation, dépassent bientôt cette ligne, et finissent, en deux à trois jours, par envahir toute la surface de la gélose. Elles croissent alors en hauteur, et forment une masse nettement cérébroïde qui peut avoir parfois un demi-centimètre d'épaisseur.

Il nous reste maintenant à décrire, avec plus de détails, cet état zoogléique, et à suivre son développement, depuis son apparition jusqu'au stade cérébroïde final.

Nous avons vu avec quelle rapidité il se constitue. En moins de six heures, avons-nous dit, il commence à se manifester d'une façon sensible, à la température de 20° à 25° C., et quand la surface d'inoculation est convenablement aérée. Mais si l'on retarde ce développement, en entravant l'arrivée de l'oxygène, on pourra en suivre facilement

les différentes phases ; et même, en employant des milieux appropriés, on pourra étudier certains stades, à l'exclusion des autres. Ici encore, nous nous sommes servi de la cellule close constituée par une rondelle de verre lutée à une lamelle porte-objet. La capacité entière de la cellule est remplie par de la gélose nutritive, stérilisée et préalablement liquéfiée par la chaleur. On laisse refroidir sous la cloche humide stérilisée au sublimé corrosif, et on inocule la surface quand elle est encore à moitié fluide, avec une goutte de culture de zoogée très diluée dans l'eau de mer stérilisée. On recouvre le tout d'une lamelle couvre-objet préalablement passée à la flamme, et on appuie un peu sur la gélose, de façon qu'une couche très mince de cette dernière renfermant des éléments bactériens adhère à la face inférieure du couvre-objet. Par le refroidissement, il se produit toujours une rétraction plus ou moins grande de la gélose ; et, par suite, un certain espace est ménagé entre la face supérieure de la substance nutritive et la face inférieure du couvre-objet. Les bords de la lamelle, au contraire, adhèrent avec le pourtour de la rondelle de verre, de sorte qu'il n'y a plus de communication avec l'air extérieur. Dans ces conditions, rien n'est plus facile que d'examiner, au microscope, avec les plus forts grossissements, le développement des éléments bactériens qui ont adhéré à la face inférieure du couvre-objet. Leur développement, quoique gêné par le manque d'oxygène, se fait néanmoins suffisamment aux dépens de l'air raréfié existant dans la petite cavité située au-dessus de la surface libre de la gélose contenue dans la cellule. Dans les douze premières heures, on ne peut guère distinguer de développement sensible ; mais, au bout de vingt-quatre heures, on voit, en certains endroits, les groupements d'éléments, dont nous avons figuré l'ensemble (fig. 2, pl. VIII). Si l'on analyse ces groupements, on voit qu'ils sont constitués uniquement par des masses d'éléments allongées, le plus souvent ondulées (*A.B.D.*, fig. 2). Quelques-unes de ces masses d'éléments affectent plusieurs courbes et un aspect serpentiforme très net (*C*, fig. 2). Elles ont généralement deux directions, inverses l'une de l'autre. Ainsi la masse *B* a une direction perpendiculaire à celle de la masse *C*. A un faible grossissement (20 à 30 diamètres), on reconnaît déjà que ces masses sont formées de deux bords parallèles surélevés au-dessus de la gelée nutritive (*a* et *a'* — *B*. fig. 2), et séparés entre eux par un sillon *b*, se terminant, aux deux extrémités, par

des points un peu élargis (c, c'). Ce dernier détail est nettement accentué dans la masse D , où les deux parties élargies et terminales du sillon affectent une forme triangulaire (c et surtout c'), déterminée par l'écartement des lèvres des deux rebords précédemment décrits. Cette disposition a son importance. C'est, en effet, par ces extrémités aplaties et triangulaires que se font les anastomoses de plusieurs groupements entre eux, anastomoses qui vont plus tard déterminer la forme cérébroïde générale et définitive. Si l'on observe le groupement F , par exemple, on voit qu'il affecte la forme générale en T , déterminée par deux masses primitives, simples et ondulées, à directions inverses, qui, venant à se rencontrer dans leur développement, se sont anastomosées à angle droit. De même, le groupement H , formé par l'anastomose de deux groupements secondaires. Si l'on examine attentivement la disposition des différents groupements de la figure 2, on voit que ceux-ci, par suite d'anastomoses, vont déterminer des îlots, qui se dessinent déjà en I, II et III . Si l'on passe à la figure 3 (même planche), qui montre un endroit de la même préparation, à la même époque du développement, on remarque, au centre, quatre îlots très nettement dessinés et complètement clos (I, II, III, IV, V). Il est facile de voir comment ces îlots se sont constitués, par suite d'anastomoses de différents groupements d'éléments, dont les rebords (α, α'), s'écartant les uns des autres, se sont soudés par leurs lèvres, en même temps que le sillon primitif qui les sépare s'est accusé. Sa forme générale, très distinctement circonvolutionnée, résulte manifestement de la forme serpentiforme des groupements primitifs; et les intervalles i plus ou moins larges, et plus ou moins triangulaires ou même quadrangulaires, qui les séparent, correspondent précisément aux points de jonction de leurs extrémités primitivement libres. D'ailleurs, à la périphérie de ces îlots cérébroïdes, on voit des groupements encore isolés et de forme ondulée (A), et d'autres (B et C), qui sont rattachés au groupe central formant des îlots non encore complètement clos. Bientôt toute la colonie sera constituée par un système d'îlots semblables à ceux du centre, et l'aspect général ne tardera pas à être celui de la figure 1.

Tel est le mode de formation des zooglées cérébroïdes : on voit qu'il est tout particulier, et absolument caractéristique. Si maintenant on étudie la disposition même des éléments, à l'intérieur

de ces masses zooglédiques, on verra qu'il n'est pas moins intéressant, ni moins typique.

Si l'on a soin d'étudier le mode de formation de l'état zooglédique, pas à pas, dans la cellule close que nous avons décrite tout à l'heure, et surtout si l'on soumet cette dernière à une température un peu supérieure à 25° C., c'est-à-dire entre 25° et 30° C., dans une platine chauffante, la première disposition, le premier stade qui frappe les yeux est le stade que nous avons représenté (fig. 4, pl. VIII). On y voit des séries d'éléments en *Bacterium* court (γ^3), entourés d'une enveloppe gélatiniforme très manifeste. En réalité, cette disposition résulte d'un ensemble de capsules, les unes isolées, les autres groupées en séries rectilignes ininterrompues. En étudiant de plus près, il est facile de se rendre compte de leur mode de formation. La série *A*, par exemple, offre un aspect rectiligne ininterrompu très caractérisé: on dirait un filament hypertrophié, dont la gaine s'est très développée, et à l'intérieur de laquelle les éléments se sont disposés perpendiculairement à l'axe principal. Une cloison médiane divise cette première série en deux capsules allongées secondaires (*a* et *b*), renfermant chacune quatre éléments qui présentent ce caractère particulier d'être disposés en quatre groupes d'éléments, juxtaposés deux par deux: chaque groupe étant séparé du voisin par un intervalle assez considérable. En *BC*, une seconde série formée de trois capsules rectangulaires, mais non plus disposée en série rectiligne; deux de ces capsules (*b* et *c*) sont encore soudées l'une à l'autre; mais la troisième (*a*) est complètement distincte et isolée. D'ailleurs, les éléments qu'elles renferment sont encore au nombre de quatre, dans chaque capsule, réunis et disposés en deux groupes isolés, de deux éléments chacun. La série *ED* montre quatre capsules rectangulaires, complètement isolées les unes des autres, et disposées en zigzag (*a, b, c, d*). Chaque capsule possède encore quatre éléments indivis; mais chaque groupe de deux éléments est séparé à son tour par une cloison; ce qui divise, en réalité, chaque capsule primitive en deux autres capsules secondaires. La capsule *a* montre deux capsules secondaires où chacun des éléments constitutifs commence à se diviser, au moins dans la plus inférieure, en deux nouveaux éléments qui se font *vis-à-vis*. Dans la série *FG*, on voit trois groupes de capsules (*a, b, c*) disposés en zigzag. Le groupe *a* est encore formé de deux capsules primaires à quatre éléments indivis; le groupe *b*

comprend deux capsules secondaires non encore isolées, mais renfermant chacune quatre éléments se faisant vis-à-vis ; le troisième groupe *c* est constitué par quatre petites capsules complètement isolées, presque arrondies, à éléments disposés quatre par quatre. Enfin, la série *HK* est entièrement formée de ces petites capsules à éléments disposés quatre par quatre. Or, cette dernière forme n'est autre chose que la forme tabulaire en *Tétrades* ou en *Merismopedia* (1). Elle se rencontre constamment comme stade du début de la formation de l'état zoogléique de *B. Balbianii*. Elle est très fugace : aussi faut-il que le développement se fasse lentement, pour qu'on puisse l'observer ainsi que nous venons de la décrire. Si, en effet, on l'étudie, quelques heures plus tard, les capsules mérismopédiques, s'accroissant séparément, augmentent rapidement de volume, en même temps que leurs éléments, par des divisions répétées, deviennent de plus en plus nombreux. On passe alors au stade suivant (voir fig. 5, pl. VIII), c'est-à-dire à la formation des groupements serpentiformes, que nous avons décrits au début. — En *I*, est figuré un groupement en voie de formation ; il est, en réalité, constitué par quatre groupes (*A*, *B*, *C*, *D*) de ces capsules, augmentées de volume et renfermant chacune un très grand nombre d'éléments bactériens. De ces quatre groupes secondaires, le groupe médian *C* ne présente pas encore de disposition régulière, dans l'arrangement des capsules ; mais, en *D*, ces capsules semblent déjà se grouper suivant deux rangées parallèles (*a* et *a'*), séparées par un commencement de sillon (*b*). Cette disposition s'accroît dans le groupe *B* et surtout dans le groupe *A*, nettement formé de deux rangées parallèles (*a*, *a'*), séparées complètement l'une de l'autre par un espace (*b*). En *II*, on voit un groupement capsulaire, à forme nettement ondulée, et qui certainement était primitivement composé de trois groupes distincts de capsules *A*, *B*, *C*. Le groupe *A* est encore presque séparé du groupe *B*, tandis que les groupes *B* et *C* communiquent directement et n'ont qu'un seul et même sillon (*b*). Les deux rangées parallèles de capsules *a* et *a'* constituent déjà deux bords surélevés. Ils sont formés de capsules qui commencent à se serrer les unes contre les autres, et à s'allonger suivant une direction perpendiculaire à celle du sillon. Les capsules qui sont au fond du sillon sont plus petites ; quelques-unes gardent encore l'aspect mérismopédique.

(1) Voir le tableau de terminologie générale (p. 26).

En *III*, même disposition. L'allongement des capsules suivant un diamètre perpendiculaire à l'axe du sillon s'accroît. La figure 6 montre deux groupements *I* et *II* arrivés à leur état définitif, et faisant partie d'îlots cérébroïdes. Dans le groupe *I*, les deux bords *a* et *a'* présentent encore, et peut-être d'une façon plus accusée que précédemment, la disposition des capsules sur un seul rang. Les capsules sont devenues très allongées, dans le sens perpendiculaire à la direction du sillon *b*. Cette disposition régulière des deux rangées de capsules donne à cet ensemble l'aspect d'un véritable épithélium cylindrique. Enfin, une modification assez importante s'est produite, dans la disposition même des éléments bactériens, à l'intérieur des capsules : au lieu d'être placés comme précédemment, sans ordre apparent, ils sont maintenant disposés en séries longitudinales, parallèles entre elles et parallèles au grand axe des capsules, c'est-à-dire, comme elles, perpendiculaires à l'axe du sillon. Ce sillon *b* renferme toujours de petites capsules, plus ou moins arrondies, à petit nombre d'éléments. Dans le groupe *II*, qui affecte la forme en *T*, déjà signalée, une autre modification s'est produite au sein des capsules et des éléments qu'elles renferment. Les capsules sont devenues de plus en plus allongées, de plus en plus cylindriques, aux dépens de leur largeur. De plus, tandis que leur extrémité libre ou externe (*a-a'*) est complètement close, leur extrémité interne, au contraire, qui regarde le sillon *b*, est ouverte. Il n'est plus possible, même avec le secours des réactifs colorants, de distinguer de ce côté, du moins, la moindre trace d'enveloppe capsulaire. Le résultat de cette gélication partielle de l'enveloppe capsulaire, c'est que les éléments qui contiennent les capsules s'échappent par ce côté et envahissent le sillon, à tel point que ce dernier est complètement obstrué par leur masse foncée et orangée.

Nous avons représenté (fig. 8), à un plus fort grossissement, l'aspect des capsules et de leurs éléments, à ce dernier stade. Les capsules (*a*, *b*, *c*) montrent leur aspect cylindrique caractéristique, ayant 40 à 50 μ de long, et à peine 8 à 10 μ dans leur plus grande largeur. Elles ont, à peu près toutes, leurs bords parallèles. Quelques-unes plus petites (*d*) sont encore enclavées, comme autant de coins, entre les plus grandes. Par leur bord libre, elles sont complètement closes, et montrent nettement leur membrane capsulaire festonnée, tandis que du côté du sillon *i*, il n'est plus possible de la dis-

tinguer. Les éléments sont disposés en chaînes parallèles à l'intérieur des capsules, comme nous venons de le décrire, et débordent manifestement dans le sillon, par l'extrémité interne libre. Quant à la forme de ces éléments, elle a varié d'une manière sensible. Il est nécessaire d'insister sur ce dernier point, qui a une certaine importance relativement aux modifications que nous étudierons, par la suite, dans la forme des éléments et les rapports qui unissent ces différentes formes entre elles.

La fig. 7 nous montre la forme des éléments, à l'intérieur des capsules, forme qu'ils conservent tant que ces capsules restent closes de toutes parts. En *A*, les éléments sont disposés en chaîne filamenteuse, et placés bout à bout; une mince gangue gélatiniforme et lâche enveloppe la chaîne tout entière, sans qu'il y ait de cloison complète entre les différents éléments de cette chaîne. Tous sont rectilignes, mais de formes différentes: β^1 est un *Bacillus* long et grêle, 6 à 7 fois aussi long que large; γ^1 est un *Bacterium* long, tandis que γ^2 n'est autre qu'un *Diplobacterium* provenant de la division d'un *Bacterium* long en deux *Bacterium* de moyenne longueur. Enfin, en γ^3 , sont deux *Bacterium* courts, comme les quatre éléments représentés en γ^3_a , lesquels commencent déjà à jouer les uns sur les autres, et à prendre une position perpendiculaire à celle de l'axe de la chaîne. Le groupe *A* nous conduit insensiblement au groupe *B*, qui montre deux chaînes filamenteuses d'éléments encore entourés d'une enveloppe gélatiniforme continue et régulière, à bords parallèles, sans cloisons de séparation entre les éléments. Mais ces derniers, au lieu d'être placés bout à bout, comme tout à l'heure, ont, au contraire, pris la position transversale, perpendiculaire à l'axe de la chaîne. Au nombre de huit dans chaque chaîne, ils se sont disposés en quatre groupes de deux éléments juxtaposés, et placés parallèlement à leur plus grand diamètre: ils ont la forme d'éléments en *Bacterium* court. En *C*, nouvelle chaîne d'éléments: dans la partie supérieure de la chaîne, l'enveloppe gélatiniforme a les bords rectilignes, parallèles entre eux et au grand diamètre des éléments, tandis que, dans la partie inférieure, cette enveloppe se dilate et s'arrondit insensiblement, et de plus en plus, en même temps que l'on devine le début des cloisons qui sépareront, plus tard, les éléments dans des capsules distinctes. Dans cette dernière partie, les éléments passent insensiblement de leur position primitive, c'est-

à-dire placés bout à bout, à leur groupement deux par deux perpendiculairement à l'axe de la chaîne.

Même disposition, en *D*, où le développement des capsules s'accroît. En *E*, une série filamenteuse, complètement recourbée, présente deux parties distinctes : l'une, *ab*, où les éléments en *Bacterium* (γ^3) se suivent encore en série régulière, parallèlement au grand axe de la chaîne ; l'autre, *bc*, plus élargie, formée de trois capsules ovalaires (*c*, *d*, *e*), presque entièrement séparées les unes des autres par des cloisons gélatiniformes. Chaque partie renferme quatre séries d'éléments, avec leur grand diamètre perpendiculaire au grand axe des capsules, et s'achemine vers le stade *Merismopedia* (γ^4) par division des *Bacterium* primitifs en *Bacterium* elliptiques-ovalaires, très courts, à peine plus longs que larges. En *F*., on voit quatre groupes de capsules (*a*, *b*, *c*, *d*), qui montrent le développement d'une capsule primitive allongée à quatre séries d'éléments, en autant de petites capsules presque arrondies, tabulaires, à éléments disposés quatre par quatre en *Merismopedia* vraie (*d*). Les transformations successives se font par les capsules du groupe *b*, représentant une capsule primitive divisée par une cloison transversale en deux capsules secondaires, lesquelles, à leur tour, se divisent en deux autres capsules par deux nouvelles cloisons (*c*).

Le groupe *G*, montre : d'une part, en *a* et en *b*, deux capsules juxtaposées, contenant chacune huit éléments, superposés quatre par quatre et représentant la disposition que l'on désigne plus particulièrement sous le nom de *Sarcina* (1); d'autre part, en *c* et en *d*, deux autres capsules plus volumineuses que les précédentes, presque arrondies, mais où les éléments se sont multipliés par des divisions répétées et sans ordre apparent. Le groupe *H* est formé d'un paquet de quatre capsules à angles presque arrondis, et renfermant, comme les dernières, un grand nombre d'éléments : c'est le type des capsules que l'on rencontre dans le stade que nous avons déjà décrit (p. 53) et qui est figuré en *I* (fig. 5, pl. viii).

Enfin, le groupe *K* montre, réunies dans une même série : 1° deux capsules, encore allongées et à éléments disposés quatre par quatre (*a*, *b*); 2° deux autres capsules plus volumineuses à contour arrondi avec un grand nombre d'éléments (*c*, *d*). Dans toutes ces capsules

(1) Voir le tableau de terminologie générale (p. 26).

entièrement closes, l'élément ultime de la division est le *Bacterium* elliptique-ovalaire (γ^4), à peine plus long que large, ne dépassant pas 1 μ dans son plus grand diamètre. Mais dans les capsules cylindriques, que l'on rencontre au stade final, et surtout dans les cultures déjà un peu anciennes, l'élément en *Bacterium* elliptique-ovalaire devient plus volumineux, en même temps qu'il prend une forme presque arrondie ; en un mot c'est un véritable *Micrococcus*. On peut rencontrer, là, les *Micrococcus*, soit à l'état isolé (*A*-fig. 9, pl. viii), soit en *Diplococcus* (*B*), forme très fréquente, soit en *Tetracoccus* (*C*), forme également très commune, soit en chaînes d'un plus ou moins grand nombre de *Coccus* ou *Streptococcus* (*D*, *E*). Notons que les éléments en *Tetracoccus* sont réunis entre eux, deux à deux, par un reste de substance gélatiniforme interstitielle, mais ne possèdent pas de capsule qu'on puisse distinguer, même par l'emploi des réactifs qui décèlent la capsule des autres éléments. Il en est de même des *Streptococcus* (*D* et *E*) : les éléments qui composent ces chaînes (quelquefois très longues, de 15 à 30 éléments) sont réunis par une matière gélatiniforme interstitielle, de même nature que l'enveloppe des capsules. D'autres, au contraire, présentent des éléments non réunis d'une façon distincte par une matière interstitielle, mais néanmoins disposés en chaîne (*F*) (1).

Les *Micrococcus* qui composent ces chaînes sont, avons-nous dit,

(1) Cette matière interstitielle qui sépare les éléments d'un même *Streptococcus*, et les réunit, pour ainsi dire, en un véritable filament, a été signalée par plusieurs auteurs. LUTZ, le premier, nous croyons, a montré (390), d'accord en cela, avec UNNA (613 et 614), que les Bacilles de la lèpre ne sont, en réalité, que des chaînes de *Coccus*, reliés entre eux par une matière interstitielle. Pour lui, les *Streptococcus* auraient un aspect morphologique assez caractéristique pour en faire un genre spécial, qu'il appelle *Coccothrix*. Nous croyons que cette disposition est commune à la plupart des *Streptococcus*. Nous ne ferons que citer le *Streptococcus* de la Scarlatine et un *Streptococcus* trouvé par BABES (27) dans le cerveau d'un cobaye mort de la rage, chez lequel cet auteur a constaté que les *coccus*, non-seulement étaient réunis par une matière interstitielle, mais étaient contenus à l'intérieur d'une véritable gaine filamenteuse. CSOCOR (146) et VON SCHRÖN (564) considèrent également les Bacilles de la tuberculose comme formés d'une succession d'éléments en chaînes ou *Streptococcus*. Tout dernièrement enfin, METSCHNIKOFF (412) a observé, chez les mêmes Bacilles, des chapelets d'éléments disposés en « saucisson » et L. KLEIN (330), dans ses minutieuses recherches sur les Bactéries, a décrit également et figuré la transformation des bâtonnets rectilignes de son *Bacillus allantoides*, en chaînes de *Micrococcus*, qui se groupaient ensuite en *Tétrades* pour évoluer vers la zoogloée, en suivant un cycle presque identique à celui de *B. Balbianii*.

plus volumineux que les petits *Bacterium* des capsules entièrement closes. Ils ont de 1μ à $1,5\mu$ de diamètre, et prennent très fortement les couleurs d'aniline, tandis que les petits éléments en *Bacterium* ne le prennent que difficilement. Un autre caractère important de ces éléments arrondis, c'est que ce sont les seuls éléments doués de la coloration jaune-orangé. Encore faut-il qu'ils soient hors des capsules, pour que cette coloration devienne apparente. Les éléments contenus à l'intérieur des capsules sont presque incolores. Les *Micrococcus* sont véritablement les seuls éléments qui, une fois sortis de ces capsules, pour remplir les sillons des groupes cérébroïdes, donnent à la zooglée sa couleur orangée. D'ailleurs, chaque élément observé isolément est très faiblement teinté; ce n'est qu'en masse que la coloration s'accroît, et se perçoit nettement. La matière colorante semble répandue uniformément, à l'intérieur de chaque élément, et ne paraît pas y être déposée à l'état de pigment isolé. Nous reviendrons, plus loin, sur ces détails avec l'examen des caractères chimiques.

Ces *Coccus* ou *Micrococcus* orangés vont jouer un rôle important dans toute l'étude que nous faisons de *B. Balbianii*. Nous aurons à discuter bientôt leur véritable rôle, et leur signification morphologique vis-à-vis des autres formes d'éléments bactériens.

Quels sont les milieux les plus favorables pour la culture de l'état zooglétique de *B. Balbianii*? De tous ceux que nous avons expérimentés, c'est la gélose qui nous a donné les meilleurs résultats : les plus rapides, en même temps que les plus sûrs. Les milieux liquides sont, en général, impropres pour la culture de cette phase particulière. En effet, ainsi que nous le verrons plus tard, les milieux liquides servent surtout pour l'étude de l'état *filamenteux* et de l'état *dissocié*. Quant aux autres milieux solides et transparents, nous n'avons expérimenté que la gélatine nutritive, telle qu'on la prépare ordinairement, c'est-à-dire à 10 % de gélatine, par litre de bouillon de bœuf. Mais, ainsi que nous l'avons déjà dit, il est impossible d'obtenir l'état zooglétique en masses compactes cérébroïdes, sur ce substratum : la gélatine se liquéfie très rapidement, et les capsules s'y dissocient, en mettant leurs éléments en liberté. La gélose seule nous a réussi. Un autre milieu, à base de gélose également, donne de bons résultats. On remplace le bouillon de bœuf par une décoction de Laminaires dans de l'eau de mer (le tout étant

préalablement stérilisé (1). Ce milieu, quand il est bien filtré, présente une teinte grisâtre très légère ; mais il est transparent, et on peut très bien y observer le développement des colonies. L'état zooglétique s'y développe aussi bien que sur la gélose nutritive, et avec les mêmes caractères morphologiques. Nous avons eu l'idée de diminuer la puissance nutritive du milieu, dans l'intention d'obtenir des variations morphologiques. Nous avons préparé, à cet effet, un milieu solide, toujours à base de gélose, mais la gélose étant dissoute uniquement dans de l'eau de mer, sans adjonction de bouillon. La proportion de gélose est de 2 %. On obtient ainsi un milieu incolore, légèrement opalescent. Si l'onensemence un tel milieu par la méthode que nous avons indiquée plus haut, c'est-à-dire en prélevant une parcelle de culture pure (de l'état zooglétique), obtenue sur gélose nutritive, puis en la délayant dans de l'eau de mer stérilisée, et ensemencant le nouveau milieu avec une goutte du liquide, on observe des modifications assez importantes. On obtient bien encore l'état zooglétique, mais non avec son aspect complètement cérébroïde. Le développement se fait très lentement. Même à la température de 30° à 35° c., ce n'est qu'au bout du quatrième jour que l'on commence à distinguer de petites taches orbiculaires, d'abord incolores, qui croissent peu à peu, et finissent par atteindre, au bout du sixième ou septième jour, le diamètre d'une grosse tête d'épingle. Dès lors, elles restent stationnaires, et ne s'accroissent pas davantage. Au microscope, on constate que ces petites colonies sont formées d'amas de capsules, quelques-unes disposées en groupements serpentiformes, comme nous l'avons indiqué au début de l'état zooglétique sur gélose nutritive, mais le plus grand nombre présentant l'aspect irrégulier indiqué (I. fig. 5, pl. VIII). On le voit : le substratum, dans ce cas, semble ne pas posséder les qualités suffisantes pour permettre le développement complet de l'état zooglétique. Il est néanmoins excellent pour l'étude ; car on y peut observer tout à son aise, non seulement le stade dont nous venons de parler, mais le stade *Merismopedia*, qui le précède. D'ailleurs, si l'on veut avoir l'état zooglétique parfait, il suffit de transplanter une de ces petites colonies en tête d'épingle sur de la gélose nutritive, pour obtenir, en moins de vingt-quatre heures, l'aspect cérébroïde caractéristique. Un autre milieu

(1) Tous nos milieux de cultures sont stérilisés, à 120°, à l'autoclave CHAMBERLAND.

solide, opaque celui-là, nous a paru très propre pour la culture de l'état zoogléique de *B. Balbianii* : c'est la pomme de terre. Les cultures sur pommes de terre se font maintenant dans des tubes à essai fermés à l'ouate, le tout stérilisé à la vapeur d'eau à 120°, suivant les méthodes de KATZ (307), de MEADE-BOLTON (76 bis), de GLOBIG (258), de ROUX (548) ou de PLAUT (502). *B. Balbianii* s'y développe en abondance, avec les mêmes caractères morphologiques que ci-dessus.

Il nous reste à décrire le mode de préparation qui nous a le mieux réussi pour déceler la structure des capsules et la disposition en même temps que la forme des éléments qu'elles renferment.

Tout d'abord, la disposition générale cérébroïde qu'affecte l'état zoogléique parfait peut s'observer, même sans l'emploi d'aucun réactif, à un faible grossissement, soit dans les tubes à essai, soit dans les boîtes en cristal, ou sur les plaques qui servent aux cultures. C'est ainsi que, sans réactifs, nous avons dessiné (fig. 1, Pl. VIII) l'aspect général de quelques colonies zoogléiques sur gélose nutritive. Pour observer la constitution même de ces îlots, on doit les étudier dans de l'eau de mer. Il est, en effet, nécessaire de se servir de ce dernier liquide : l'eau distillée ou l'eau ordinaire ayant l'inconvénient de dissocier les capsules et de dissoudre la gangue gélatiniforme qui les relie entre elles.

Trois autres réactifs principaux nous ont donné d'excellents résultats, pour l'étude directe et *momentanée* de l'état zoogléique :

1° *L'acide osmique* à 1 %, déjà utilisé en bactériologie par plusieurs auteurs, notamment par KÜNSTLER (347), pour la recherche des prolongements flagelliformes. Cet acide ne dissout pas la gangue gélatiniforme qui entoure les éléments ; d'autre part, il noircit légèrement les éléments, de telle sorte que l'on peut s'en servir, même pour faire des préparations durables ;

2° *L'alcool absolu*. C'est le réactif qui nous a rendu les meilleurs services pour élucider la disposition des capsules, à l'intérieur des îlots cérébroïdes. Les éléments ressortent, d'une manière très intense, sur le fond devenu opalescent de la gélose nutritive.

Pour faire apparaître l'enveloppe gélatiniforme, il suffit d'ajouter une goutte de solution alcoolique très étendue de vésuvine ou de fuchsine. On voit alors nettement chaque groupe d'éléments enve-

loppé par un mince liseré, très faiblement coloré, qui indique la trace de sa gangue gélatiniforme ; tandis que les éléments eux-mêmes sont plus vivement colorés, à l'intérieur de leurs capsules.

3° *L'alun de chrome* (1). Nous avons employé ce réactif sur les recommandations de M. G. BORNET, qui en a tiré d'excellents résultats, pour conserver les gâines mucilagineuses des *Nostocacées*. L'enveloppe des capsules apparaît assez nettement, surtout si, après avoir enlevé par un courant d'eau distillée l'excès de la solution, on fait passer un courant de solution faible de vésuvine, de violet de méthyle ou de fuchsine. Ce procédé nous a rendu de réels services, surtout pour étudier le stade zoogléique final, où l'on voit les capsules cylindriques s'ouvrir du côté du sillon, pour y verser leurs éléments en *Micrococcus*.

4° *L'encre de Chine*, suivant les indications de ERRERA (200). Ce procédé est excellent en ce sens que les zooglées ressortent vivement avec leurs enveloppes gélatineuses sur le fond noir de la préparation.

Pour obtenir des préparations *durables*, nous avons eu tout d'abord la pensée d'essayer les procédés employés jusqu'ici pour faire apparaître les capsules chez les Bactériacées qui en sont pourvues. Mais nous n'avons réussi, ni par le procédé à l'acide acétique, avec coloration consécutive au violet de gentiane dissous dans l'eau anilinée, employé par FRIEDLÄNDER (232), et excellent pour mettre en évidence la capsule du *Pneumococcus*, ni par celui de RIBBERT (530), qui n'est qu'une modification du premier, ni à l'aide du procédé de double coloration par la méthode de GRAM et la safranine, qui teint la capsule signalée autour des éléments trouvés dans *rhinoslérôme*, par CORNIL et ALVAREZ (139).

Le tort de tous ces procédés, c'est, pour le cas de *B. Balbianii* : 1° de colorer trop vivement les éléments bactériens, et, par suite, de cacher leur mince enveloppe gélatiniforme ; 2° de dissocier cette enveloppe même et de détruire la disposition primitive des îlots zoogléiques.

Pour avoir une bonne préparation, il faut donc : 1° fixer les élé-

(1) En solution aqueuse très diluée. Il suffit de faire dissoudre un petit cristal d'alun de chrome dans environ 50 gr. d'eau distillée, pour obtenir une solution colorée en violet très pâle.

ments, et la capsule qui les entoure, dans leur situation normale : 2° les colorer de façon à les faire apparaître avec leurs caractères respectifs ; 3° trouver un milieu de conservation, où ces caractères apparaissent sans s'être altérés.

Nous avons indiqué les réactifs fixateurs qui nous ont donné les meilleurs résultats : l'acide osmique, l'alcool absolu et l'alun de chrome.

Comme colorants, on peut se servir indifféremment de toutes les couleurs d'aniline ; toutefois, la vésuvine, la fuchsine et le violet de méthyle 5 B, ou de gentiane, nous semblent préférables à toutes les autres couleurs. De plus, il faut avoir soin de se servir de solution (aqueuse ou alcoolique) (1) très faible. Si l'on s'est servi d'acide osmique, comme fixateur, il faudra un certain temps (de 12 h. à 24 h.) pour obtenir une bonne coloration. Avec l'alcool absolu, au contraire, ainsi qu'avec l'alun de chrome, il suffit, après s'être débarrassé de l'excès du réactif fixateur, de deux à cinq minutes pour colorer suffisamment les capsules et leurs éléments. Après avoir lavé, de nouveau, à l'eau distillée, on fixe la couleur, avec la solution iodo-iodurée déjà indiquée (p. 33), et l'on conserve dans la glycérine iodo-iodurée. Dans le cas où l'on emploierait l'alun de chrome, comme fixateur, il serait bon d'ajouter de l'alun de chrome à la glycérine (parties égales de solution d'alun de chrome et de glycérine). Nous ne conseillons pas de monter les préparations dans le baume du Canada. On risquerait fort, en effet, dans la première opération, qui consiste à déshydrater par l'alcool absolu, de décolorer le tout et de perdre ainsi le bénéfice des premières réactions.

C'est en partant de l'état zoogléique tel que nous venons de le décrire, avec ses caractères distincts, si faciles à retrouver, et en le cultivant dans différents milieux, qu'il nous a été permis de démontrer, chez *B. Balbianii*, l'existence d'un cycle évolutif défini et complet. Ce cycle comprend : l'état *filamenteux*, l'état *dissocié* et l'état *enchevêtré*. Voyons comment il nous a été possible d'obtenir ces différents états.

(1) L'eau anilinée colorée par les solutions faibles de violet de méthyle, de fuchsine ou autres couleurs d'aniline, utilisée en premier lieu par EHRLICH (186), est également très bonne.

ÉTAT FILAMENTEUX.

Nous avons déjà dit que la gélose était le milieu le plus favorable pour obtenir l'état zoogléique, tandis que les milieux liquides convenaient mieux pour l'étude de l'état filamenteux. Nous avons, en effet, réussi à faire dériver d'emblée cet état filamenteux de l'état zoogléique, en nous servant de certains milieux liquides marins, et en particulier d'une décoction de Laminaires dans l'eau de mer. Nous préparons cette décoction en faisant bouillir, pendant une heure environ, des thalles de Laminaires dans de l'eau de mer, puis en filtrant le liquide obtenu. La décoction qui nous a rendu le plus de service avait une densité de 1,029; elle était légèrement teintée en brun olivâtre et avait une odeur assez prononcée d'algues marines. Nous avons été tout naturellement conduit à essayer ce milieu de culture, qui se rapproche beaucoup, comme composition, du milieu où vit la plante, à l'état spontané. Et, de fait, aucun des milieux nutritifs liquides, usités ordinairement en bactériologie, ne nous a donné d'aussi bons résultats. Nous croyons qu'il faut en rechercher la cause dans l'excès de substance azotée que contiennent les bouillons employés ordinairement. Ni le bouillon de bœuf, ni les bouillons préparés avec d'autres viandes, entre autres la chair de poisson marin, comme cela semblait indiqué en raison de la prédilection de notre Bactériacée pour les milieux marins, ni les bouillons artificiels de peptone, dont l'usage se généralise de plus en plus en bactériologie, ne se sont montrés des milieux favorables à la culture de l'état filamenteux.

La décoction de Laminaires dans l'eau de mer, sans *aucune addition de matière animale azotée*, semble être le milieu qui ait, pour ainsi dire, le monopole de culture de cette phase particulière. Il est probable qu'un grand nombre d'autres décoctions d'algues ou de plantes marines pourraient rendre les mêmes services.

Prenons donc une certaine quantité de cette décoction de Laminaires, préalablement stérilisée dans un matras-PASTEUR, et ensemençons-la avec une parcelle de zoogléées jeunes, nettement cérébroïdes. Plaçons le matras à l'étuve-incubateur, à 25° C. et étudions pas à pas les modifications qui se succèdent. — Disons de suite que cette température de 25° C. est celle qui, après plusieurs

essais, nous a paru la plus favorable pour le développement de *B. Balbianii* et en particulier de son état filamenteux.

Au bout des vingt-quatre premières heures, le liquide est à peine trouble ; mais, à la surface, on peut discerner, avec un peu d'attention, une très mince pellicule. Prêlevons, à l'aide d'une pipette capillaire, une parcelle de cette pellicule et examinons-la. Nous la trouvons formée d'éléments bactériens immobiles (*A. fig. 1, Pl. ix*), assez grêles, sous forme de courts *Bacterium* (γ^3 , γ^4), isolés, ou accouplés deux à deux en *Diplobacterium* (*a*). Ces éléments sont absolument identiques à ceux que l'on trouve dans les capsules closes de l'état zoogléique.

Ajoutons que, malgré leur état d'immobilité, il n'existe, à leur périphérie, aucune trace de capsule : qu'on les examine avec ou sans réactifs. Quelques-uns, beaucoup plus rares, sont disposés en courtes chaînes ou *Streptobacterium* (*b*) de quatre éléments. Si maintenant, au lieu d'examiner la pellicule superficielle, on examine le liquide même, on trouve des éléments en tout comparables à ceux que nous venons de décrire, mais mobiles, c'est-à-dire présentant des mouvements de propulsion en avant et d'oscillation autour de leur axe central. Si l'on étudie une goutte de ce liquide en *cellule close*, il est facile de se convaincre que ce sont ces mêmes éléments qui, après avoir erré quelque temps dans la masse du liquide, finissent par avoir des mouvements de plus en plus lents, et devenir complètement immobiles comme ceux de la pellicule superficielle. Il y a donc lieu de penser que les éléments bactériens des zooglées, après s'être débarrassés de leur enveloppe capsulaire et s'être dispersés dans le liquide, sont venus, avides d'oxygène, se disposer et s'immobiliser à la surface.

Douze heures plus tard, c'est-à-dire trente-six heures après l'ensemencement, l'aspect de la pellicule superficielle est tout autre déjà (*fig. 1 B, Pl. ix*). On ne trouve presque plus d'éléments en *Bacterium* courts, isolés ou accouplés deux à deux. Par contre, presque tous les éléments sont disposés sous forme de chaînes plus ou moins longues, à éléments plus ou moins nombreux. C'est ainsi qu'à côté des *Diplobacterium* (*a*) de tout à l'heure, on trouve des chaînes en *Streptobacterium* de quatre éléments (*b*), ou davantage (*c, d*). Remarquons que ces différentes chaînes se composent d'éléments bactériens rectilignes, qui peuvent être de longueurs

différentes, suivant leur état plus ou moins avancé de segmentation (γ^1 , γ^2 , $\gamma^2_{...}$, γ^3 , γ^4).

Enfin les éléments qui constituent cet état ne sont plus seulement juxtaposés, ils sont réunis entre eux par des brides plus ou moins étendues de substance interstitielle, qui prend la matière colorante, faiblement il est vrai, mais assez nettement perceptible pour indiquer l'ébauche de la gaine des futurs filaments.

Quarante-huit heures après l'ensemencement, ou, au plus tard, au bout de trois jours, l'aspect de la pellicule superficielle s'est de nouveau modifié. Le plus grand nombre des *Streptobacterium* de la veille se sont considérablement allongés, par suite de la division de leurs éléments (Fig. 1, C, Pl. ix). On est alors en présence de véritables filaments, avec leur gaine propre et leurs éléments, contenus à l'intérieur de cette gaine. Les plus courts, comme ceux qui sont figurés en *a* et *b*, ont de 45 à 50 μ . — Les plus longs sont plus ou moins sinueux, repliés sur eux-mêmes; ils peuvent avoir quatre et cinq fois cette longueur. Quant à leur largeur, elle varie entre 0,5 et 1 μ . Parmi les éléments, qui sont toujours rectilignes, on en trouve de toutes les longueurs, suivant que le travail de segmentation suit de plus ou moins près le travail d'accroissement. En *a*, nous voyons à peu près tous les stades de la segmentation réunis sur un même filament: en α^1 , des éléments ayant plus de dix fois leur largeur, et qui, d'après notre nomenclature (1), sont de vrais éléments en *Leptothrix*; en β^1 , β^2 , des éléments ayant de cinq à dix fois cette longueur (ce sont des *Bacillus*), et en γ^1a , γ^1b , γ^1c , de longs *Bacterium*, ayant moins de cinq fois cette longueur. Dans le filament *b*, le travail de segmentation est peu accentué, à l'une des extrémités où l'on voit successivement un *Leptothrix* (α^1), un *Bacillus* (β^1), puis un *Bacterium* de moyenne longueur (γ^2); tandis qu'à l'autre extrémité, la segmentation a été très active, puisqu'elle y est arrivée à son apogée, sous la forme de l'élément en *Bacterium* très court, elliptique-ovalaire, à peine plus long que large (γ^4). Mêmes phénomènes en *c*, mais sur un filament beaucoup plus long que le précédent. En *d*, le filament n'est plus constitué que par une suite d'articles en *Bacterium* très courts (γ^4).

Les longs filaments immobiles que nous venons de décrire

(1) Voir le tableau de terminologie générale (p. 26).

n'existent qu'à la surface. On peut donc dire que, sous l'état *filamenteux*, *B. Balbianii* est essentiellement *aérobie*.

ÉTAT DISSOCIÉ, ÉTAT ENCHEVÊTRÉ.

Dans l'intérieur du liquide qui, au troisième jour, est devenu très trouble, sans cependant changer de coloration, on rencontre toujours les mêmes éléments du début, grêles, en *Bacterium* très courts, très agiles, quelques-uns en *Diplobacterium*, d'autres en courts *Streptobacterium*. On peut donc dire que, dans cette partie du liquide, *B. Balbianii* se développe surtout sous formes d'éléments isolés, libres et mobiles, c'est-à-dire sous l'état que nous avons appelé *état dissocié*.

Enfin, il nous est arrivé bien souvent de rencontrer des portions de la pellicule où les filaments sont tellement pressés les uns contre les autres qu'ils sont pelotonnés sur eux-mêmes et *intriqués*, pour ainsi dire, les uns dans les autres. C'est encore une phase particulière de développement et qui n'est qu'une sorte de corollaire de l'état filamenteux, ce que nous avons appelé l'*état enchevêtré*.

Ainsi, en l'espace de trois jours, à la température de + 25° C. et dans la décoction de Laminaires, on peut passer de l'état zoogléique à l'état filamenteux. — Une remarque importante à faire, c'est que cet état filamenteux, tel que nous venons de le décrire, ne provient pas de la *spore*, comme c'était le cas pour *Clad. dichotoma*. En effet, parmi les éléments que l'on trouve durant toute la période du développement de cet état filamenteux, on ne rencontre aucun élément ayant les caractères assignés ordinairement à la spore durable, du moins chez les Bactériacées. Au contraire, nous voyons des éléments en tout semblables aux courts *Bacterium* des capsules zoogléiques, produire, par un travail de segmentation continu et d'accroissement dans une seule direction, de véritables chaînes filamenteuses. Ce mode de formation des filaments offre une certaine analogie avec le mode de propagation par *hormogonies* que l'on rencontre chez les *Cyanophycées* filamenteuses, et constitue un nouveau lien de parenté entre les deux groupes. Ce mode de propagation par véritables hormogonies doit être fort répandu dans tout le groupe des Bactériacées. Il n'est pas un observateur, pour

peu qu'il ait suivi quelque temps l'évolution de certains tronçons de filaments bactériens, chez *Bacillus subtilis*, par exemple, qui n'ait remarqué la fragmentation fréquente de ces tronçons mobiles et leur allongement ultérieur en longs filaments qui deviennent peu à peu immobiles. Nous-même, nous avons constaté, maintes fois, ces phénomènes, non seulement chez *B. Balbianii* et chez *Clad. dichotoma*, mais encore chez *B. osteophilum*, que nous étudierons plus loin. Il y a là, nous le répétons, un véritable trait-d'union entre les Bactériacées et les Cyanophycées, sur lequel on ne saurait trop attirer l'attention, au point de vue de leurs rapports phylogénétiques.

Nous n'avons décrit, dans l'état filamenteux, que des formes rectilignes. Nous sommes pourtant arrivé, à deux reprises différentes, à obtenir des formes d'éléments courbes et spiralés, par une modification très simple du milieu de culture. Il suffit, pour cela, d'ajouter à la décoction de Laminaires une égale quantité d'eau de mer. Dans ces conditions, si l'on ensemence quelques centimètres cubes de ce liquide avec des Zooglées cérébroïdes, on obtient, dans l'espace de quarante-huit heures, à + 25° C. et à la surface du liquide, des chaînes filamenteuses, non plus composées d'éléments rectilignes, comme précédemment, mais de longues chaînes en forme de vrilles à tours de spires plus ou moins lâches, qui ne sont autres que des *Spirochaete* (Fig. 2, A Pl. ix). Ces chaînes, dont quelques-unes sont très longues, paraissent ininterrompues, quand on n'emploie pas de réactifs colorants. Mais sous l'influence des couleurs d'aniline, ou de l'iode, elles se montrent, en réalité, composées d'articles de différentes longueurs, depuis l'élément en *Vibrio* simplement courbé (ϵ^1) jusqu'au *Spirillum* à un (ϵ^1), deux (ϵ^2), trois (ϵ^3), quatre (ϵ^4) tours de spire. Quelques-uns de ces *Spirillum* peuvent même avoir six et sept tours de spire (ϵ^6 , ϵ^7). Les éléments se suivent en chaîne à peine ininterrompue (A.—a), ou, au contraire, sont séparés les uns des autres par des brides de substance interstitielle plus ou moins accusée (A.—b, c, d). Ces longues chaînes filamenteuses immobiles, comme les filaments à éléments rectilignes précédents, constituent les formes spiralées de l'état filamenteux. A l'intérieur du liquide, au contraire, de même que tout à l'heure, nous avons des éléments isolés, libres et mobiles, à formes courbes et spiralées. Ils représentent l'état dissocié (fig. 2, B, Pl. ix). On y trouve toutes les formes que nous venons de décrire, associées sur un même filament, à savoir : des éléments en *Vibrio*

($\alpha - \delta^1$) et en *Spirillum* à un ou plusieurs tours de spire ($b, c, d, e, f - \epsilon^1, \epsilon^2, \epsilon^3, \epsilon^4, \epsilon^7$).

Nous avons pu cultiver l'état dissocié indépendamment de l'état filamenteux, sous ses formes libres et mobiles, rectilignes, courbes et spiralées. Nous avons déjà vu que la forme *Bacterium* existe au sein de la décoction de Laminaires. C'est même, au bout de cinq à six jours, huit au plus, la seule forme que l'on rencontre, à l'intérieur et à la surface du liquide. En effet, les éléments bactériens ne restent associés en chaînes filamenteuses que pendant quelques jours. Tôt ou tard, les filaments se désagrègent et mettent en liberté leurs éléments constitutifs, sous forme de *Bacterium* grêles, elliptiques, à peine plus longs que larges (γ^4). Cette forme en *Bacterium* court, elliptique-ovalaire, qui est celle que l'on rencontre le plus fréquemment (car, ainsi que nous l'avons déjà dit, elle est le terme ultime de la segmentation des éléments rectilignes), se cultive encore très bien dans les bouillons, surtout les bouillons de bœuf, tels qu'on les prépare en bactériologie, et, en particulier, dans les bouillons simplement préparés avec de la peptone (1). Les Zooglées ensemencées dans ces liquides, donnent invariablement, entre + 20 à 25° C., l'état dissocié, sous forme d'éléments en *Bacterium* grêles et courts, de 0,5 à 0,8 μ de large sur 1 μ environ de long, isolés ou accouplés en *Diplobacterium*. Leurs mouvements sont très actifs. Quant à la forme en *Bacillus* mobiles, ou en chaînes de *Bacillus* également mobiles, nous l'avons fait dériver directement de l'état zoogléique, en cultivant ce dernier dans un bouillon spécial, très légèrement acide, de morue salée, avec addition d'eau de mer (2). Dans ces conditions, à + 25° C., en moins de douze heures après l'ensemencement des Zooglées, le liquide se trouble et renferme, tant à la surface qu'à son intérieur, une grande quantité de longs bacilles, ayant environ 0,8 μ de large et 5 à 10 fois autant en longueur (A Fig. 4 — Pl. ix). Le plus grand nombre sont solitaires (β^1, β^2) ; quelques-uns, en voie de

(1) Pour la confection de ce bouillon, nous nous servons de la formule suivante :

Peptone	20 gr.
Eau de mer....	1000 cc.

(2) Cet autre bouillon se prépare en faisant bouillir une livre de morue salée dans un litre d'eau de mer, pendant une heure. On filtre et on ramène le liquide obtenu au poids primitif, en ajoutant de l'eau de mer. — Puis, on stérilise, et on conserve dans des ballons scellés à la lampe. Ce bouillon est naturellement acide.

division ou accouplés en *Diplobacillus* ($\beta^1_{,,}$); d'autres, enfin, plus rares, sont en courtes chaînes ou *Streptobacillus* de trois ou quatre éléments (α). Chose remarquable : on peut conserver *B. Balbianii*, sous cette forme *Bacillus* à l'état dissocié et pur, pendant une durée pour ainsi dire indéfinie, dans le bouillon de morue acide.

Quant aux formes *Vibrio* et *Spirillum*, nous avons également pu les isoler à l'état dissocié, en transplantant une goutte de leur culture à l'état filamenteux, sur de la gélose, entre + 20 à 25° C. Si, à l'aide d'une pipette stérilisée, on inocule *en strie*, la surface de ce substratum préalablement inclinée dans un tube à essai, il se développe, dans l'espace de vingt-quatre heures, et le long des stries, des traînées blanchâtres. En trois ou quatre jours, elles ont atteint leur maximum de développement sous forme de cordons blanc-laiteux, ne présentant pas la moindre trace de coloration orangée, et uniquement formés d'une multitude de *Vibrio* (β^1) et de courts *Spirillum* (ϵ^1) (C — Fig. 2, Pl. ix). On peut alors étudier facilement la forme de ces éléments, en croissant ou en parenthèse, dont les extrémités sont minces et effilées.

En résumé, nous voyons que *B. Balbianii* possède un cycle évolutif bien défini, comprenant l'état *filamenteux*, l'état *dissocié*, l'état *enchevêtré* et l'état *zoogléique*. Nous avons vu, d'autre part, qu'il est possible de le cultiver dans des milieux appropriés, non-seulement sous ces différents états, mais encore sous les différentes formes rectilignes, courbes ou spirales. Il reste maintenant à faire, pour ainsi dire, la contre-épreuve des expériences qui nous ont permis d'établir la série de ces phases évolutives. Est-il possible, en partant de l'état *filamenteux*, par exemple, de reconstituer l'état *zoogléique* ?

Nous avons institué une première série d'expériences, qui consiste à transplanter une goutte de la culture de l'état filamenteux, dans la décoction de Laminaires, sur la gélose, qui s'est montrée si favorable pour la culture de l'état zoogléique.

Voici la succession des phénomènes qui s'opèrent dans ces conditions : la gélose étant contenue, soit dans des tubes à essais, soit dans les petites boîtes aplaties, en verre, dont nous avons parlé plus haut, nous conseillons d'enensemencer la surface à l'aide d'une fine pipette en verre, préalablement stérilisée à la flamme, non pas suivant des stries, mais en piqûres superficielles au nombre d'une

vingtaine), précaution qui permettra d'analyser plus aisément ce qui se passe dans chaque îlot, et de vérifier si les phénomènes sont identiques dans chacun d'eux. On pourra faire ainsi, d'un même coup, sur le même milieu et dans les mêmes conditions, une vingtaine d'expériences qui se contrôleront les unes les autres.

Dans les vingt-quatre premières heures qui suivent l'ensemencement, entre + 20 et 25° C., les points inoculés sont occupés par de petites colonies arrondies, d'abord presque imperceptibles et complètement *incolores*. On y trouve, non plus des filaments, mais les éléments constitutifs de ces filaments, sous forme de *Bacterium* très courts, grêles, isolés, mobiles, quelques-uns en *Diplobacterium*, d'autres, plus rares, en *Streptobacterium* de trois ou quatre articles. C'est donc l'état dissocié qui, en vingt-quatre heures, a succédé à l'état filamenteux. Le deuxième jour, ou quarante-huit heures après l'ensemencement, les colonies sont toujours arrondies, mais elles ont quadruplé de volume, et, chose remarquable, on y distingue une teinte orangée, très faible, il est vrai, mais qui s'accroît de jour en jour (davantage), pour atteindre son maximum d'intensité, du troisième au quatrième jour. Si l'on examine les éléments contenus, on les trouve encore isolés; mais leur forme a notablement changé. Quelques-uns sont encore à l'état de *Bacterium* grêles et courts; mais la plupart sont devenus plus volumineux, et ont arrondi leurs contours. En un mot, ce sont de véritables *Micrococcus* en tout comparables à ceux que nous avons signalés, remplissant les sillons des circonvolutions zooglées, au moment de la déhiscence des capsules. Ils sont animés de mouvements browniens très intenses, c'est-à-dire qu'ils sont doués d'une sorte de trépidation sur place très accentuée, plutôt que de mouvements propres. En certains endroits, on les voit accouplés en *Diplococcus*; d'autres, plus rares, en chaînes de *Streptococcus*; quelques-uns, groupés quatre par quatre, en *Tetracoccus*. Dès le troisième jour, on ne rencontre plus d'éléments en *Bacterium*: tous sont transformés en *Micrococcus*. Les mêmes transformations s'opèrent, en même temps, et avec la même rapidité, dans chacun des îlots d'ensemencement. C'est là une première preuve de la pureté des cultures. D'autre part, une parcelle de ces îlots transplantés sur d'autres tubes ou dans d'autres boîtes en verre contenant également de la gélose nutritive, donne les mêmes résultats. Autrement dit: la culture de

Micrococcus orangés obtenue sur la gélose, donne toujours, par transplantation sur gélose, une culture orangée de *Micrococcus*. Si, au contraire, on transplante cette culture de *Micrococcus* dans notre première décoction de Laminaires, on obtient, en vingt-quatre heures, l'état filamenteux à la surface du liquide, et l'état dissocié, dans la profondeur. Réciproquement, cette nouvelle culture de l'état filamenteux reportée sur gélose, redonne la culture orangée de *Micrococcus* (1). Il nous semble que c'est la meilleure preuve de la pureté de nos cultures. Si, en effet, la moindre Bactériacée étrangère se fût trouvée mêlée à *B. Balbianii*, elle n'aurait pas manqué de produire, sur la gélose, des colonies d'apparence différente et surtout non colorées comme celle de nos *Micrococcus*. Il se serait passé, sur la gélose, le même phénomène qui se passe dans les cultures sur plaques, pour le triage des différents germes que peut contenir une infusion bactérifère, où l'on peut déceler chaque Bactériacée par la forme et la nuance de ses colonies. Mais une goutte de culture en décoction de Laminaires donne, sur gélose, des colonies qui ont toutes la même forme arrondie, et la même couleur orangée. L'une et l'autre culture appartiennent donc au même organisme.

Quant à la transformation de l'élément *Bacterium* en *Micrococcus*, elle paraît, au premier abord, difficile à expliquer. Cependant, lorsqu'on songe à la différence si minime qui existe entre les deux diamètres du *Micrococcus* et du *Bacterium* court elliptique (0,6 à 0,8 μ d'un côté : 1 à 1,5 μ de l'autre), on voit qu'il suffit à cet élément d'arrondir très légèrement ses contours, pour arriver à la forme *Micrococcus*. Il est très facile de s'en rendre compte, en étalant à la face inférieure d'un couvre-objet enduit préalablement d'une mince couche de gélose nutritive, une très petite goutte de la culture de décoction de Laminaires, et en plaçant le tout au-dessus d'une cellule en verre, formant chambre humide, comme nous en avons déjà décrit. Si l'on suit un des petits *Bacterium* grêles et mobiles de cette culture, on le voit s'arrêter peu à peu, et quelquefois se segmenter. Au bout de deux à trois heures, ses contours se sont arrondis, en même temps que son volume a augmenté. Un des caractères les plus distinctifs de ces nouveaux éléments en *Micrococcus*, outre leur coloration orangée, c'est leur élection plus

(1) *Bacterium Balbianii* est donc un nouvel exemple de plus à ajouter à la liste (Voir p. 23) des *Bacterium* ou *Bacillus* chez lesquels on a constaté la transformation de l'élément *Micrococcus* en bâtonnet rectiligne ou inversement.

grande que chez les *Bacterium*, pour les couleurs d'aniline. Nous croyons que cela tient à ce qu'il existe, tout autour des *Coccus*, une zone très mince (que l'on peut assez aisément reconnaître sans réactifs), probablement de nature gélatiniforme, et qui, sous l'influence des colorants, vient s'appliquer contre la surface des éléments et les fait par là même apparaître plus foncés et plus volumineux.

Du reste, on peut étudier cette transformation des éléments de l'état filamenteux ou de l'état dissocié en *Micrococcus*, d'une façon plus nette encore, en transportant sur gélose nutritive, la culture obtenue en bouillon de morue légèrement acide. On se rappelle que la Zooglée cérébroïdeensemencée dans du bouillon de morue acide donne, en douze heures, de fins éléments très actifs en *Bacillus*. Or, ces *Bacillus* transplantés sur gélose à + 25° C, dans les premières vingt-quatre heures après l'ensemencement, perdent peu à peu leurs mouvements, et s'allongent en filaments articulés (B — Fig. 4, Pl. ix), où l'on trouve toute la série des éléments que nous avons déjà rencontrés associés dans l'état filamenteux : *Leptothrix* (α^1), *Bacillus* (β^1 , β^2), *Bacterium* longs (γ^1). Quarante-huit heures après l'ensemencement, on ne trouve plus guère trace de ces filaments du début, leurs éléments se sont dissociés de nouveau, et un grand nombre présentent l'aspect singulier que nous avons figuré (a. b. c — C. — Fig. 4, Pl. ix). L'ensemble de ces tronçons de filaments affecte une disposition en crosse des plus remarquables. Une des extrémités est constituée par deux éléments rectilignes en *Bacterium* long, juxtaposés en série linéaire (c) ou coudée (a, b); l'autre extrémité recourbée est formée de deux séries d'éléments en *Bacterium* court (γ^3), accouplés deux à deux, et se faisant vis-à-vis. Cette dernière partie du filament arrive à se détacher du reste, et demeure isolée dans la culture, comme on peut le voir en d. On trouve un grand nombre de ces éléments réunis 4 par 4, qui proviennent, en réalité, comme le montre le groupe d 1, de deux *Bacterium* de moyenne longueur placés vis-à-vis l'un de l'autre, et recourbés en demi-cercle. Aussi, lorsque chacun d'eux se divise, à son tour, en deux courts *Bacterium*, a-t-on sous les yeux un ensemble que l'on prendrait pour un cercle complet (d 3 et 4), à un faible grossissement, et surtout sous l'influence d'une coloration trop forte. (1)

(1) MM. GUIGNARD et CHARRIN (266) l'ont obtenu également chez *Bacillus pyocyaneus*. MILLER (419) figure une disposition semblable parmi les éléments du *Spirochæte buccalis*, et E. KLEIN (326, 326 bis), parmi ceux du *Spirillum cholerae asiaticæ*.

Plus tard, au bout de trois ou quatre jours, les îlots d'ensemencement ne renferment plus aucune trace des bacilles, ni des filaments primitifs ; il n'y a plus que des *Microoccus* (*D*) isolés (*a*) ou accouplés en *Diplococcus* (*b*) ou en *Tetracoccus* (*c*), ou même en *Streptococcus* (*e*). De plus, les îlots d'ensemencements sont devenus orangés. Remarquons toutefois que ces *Micrococcus* sont sensiblement moins volumineux que ceux obtenus primitivement.

Avec le bouillon de morue légèrement alcalinisé par quelques centimètres cubes d'une solution de carbonate de soude, on arrive aux mêmes résultats. Ce bouillon ensemencé avec une parcelle de culture de Zooglées cérébroïdes, donne, en vingt-quatre heures, et à la température de + 25° C., des éléments mobiles disposés en chaînes ou *Streptobacterium* (Fig. 3, Pl. ix). Les uns (*a*) sont uniquement formés de *Bacillus* (γ^1) et de *Bacterium* longs (β^1), les autres (*b*, *c*) de *Bacterium* de différentes longueurs (γ^2 , $\gamma^2_{//}$, γ^4). D'autres enfin montrent, sur le même filament (*d*, *e*, *f*), la transformation de leurs éléments en *Micrococcus* par segmentation de leurs *Bacterium* ($\gamma^3_{//}$) en éléments plus petits, qui arrondissent leurs contours, en même temps qu'ils deviennent plus volumineux.

Or, ces tronçons de filaments transplantés sur gélose, donnent, au bout de vingt-quatre heures et à + 25° C., des îlots déjà légèrement orangés, formés de *Streptococcus* (*B* — Fig. 3, Pl. ix) : les uns à éléments intimement juxtaposés (*a*), les autres, au contraire, à éléments séparés par des brides de substance interstitielle (*b*). Quelques-uns enfin ne sont plus formés que de deux couples de *Diplococcus* (*c*, *d*) ou même par un seul couple en *Diplococcus* accompagné d'un *Coccus* isolé (*e*, *f*). Quarante-huit heures après l'ensemencement, on n'a plus que des *Micrococcus* (C. Fig. 3, Pl. ix) isolés (*a*) ou des *Diplococcus* à éléments plus ou moins rapprochés (*b*, *c*, *d*), suivant l'état plus ou moins avancé de leur segmentation, et la coloration des îlots devenue très orangée. On le voit, l'élément en *Coccus* paraît jouer, dans l'histoire de *B. Balbianii*, un rôle très important. Nous l'avons trouvé dans les sillons des circonvolutions de l'état zoogléique, et nous venons de voir que les éléments, de l'état filamenteux et de l'état dissocié, transplantés sur la gélose, se résolvaient également, en dernière analyse, en *Coccus* chromogènes. Nous avons décrit l'aspect morphologique de cet élément. Quant à son rôle physiologique, nous déclarons que nous sommes très embar-

rasé pour l'expliquer. Tant que le milieu ne change pas, c'est-à-dire dans le cas particulier où on le cultive sur gélose, il conserve tous ses caractères. Si, au contraire, on le transplante dans la décoction de Laminaires, il donne naissance à l'état filamenteux à la surface, et à l'état dissocié dans la profondeur du liquide. Faut-il donc considérer cet élément arrondi comme un élément reproducteur, une sorte de *gonidie*, ou d'*arthrospore*, suivant la dénomination de DE BARY (34)? Au début de nos recherches sur *B. Balbianii*, nous penchions vers cette opinion. Mais il faut bien reconnaître que ces éléments arrondis sont des éléments purement végétatifs, en ce sens qu'ils s'accroissent eux-mêmes par simple division, comme tous les éléments en *Micrococcus* connus jusqu'ici, au contraire des spores, *arthrospores* ou *endospores*, qui, une fois formées, ne s'accroissent plus, et demeurent stables, jusqu'au moment où, dans certaines conditions de milieu, ils reproduisent la Bactériacée par germination. Or, nous le répétons, il n'y a qu'une délimitation insensible, entre le court *Bacterium* elliptique-ovalaire et cet élément en *Micrococcus*; il se transforme graduellement en ce dernier élément quand on le transplante de la décoction de Laminaires sur la gélose, et inversement il retourne à la forme *Bacterium*, puis en chaînette de *Bacterium* et finalement à l'état filamenteux, quand on la reporte de la gélose dans la décoction de Laminaires. En un mot, pour nous et du moins dans le cas particulier de *B. Balbianii*, l'élément en *Micrococcus* n'est autre qu'un *Bacterium* très court, dont tous les diamètres sont égaux.

Nous parlerons tout à l'heure des autres caractères de cet élément arrondi, et en particulier de sa culture sur gélatine, et de sa fonction chromogène, caractères qui nous fourniront une base de diagnose, dans sa comparaison avec les autres éléments chromogènes et en *Micrococcus* observés jusqu'ici. Pour le moment, voyons comment, par l'intermédiaire de cet élément, nous sommes arrivé à reconstituer la phase zooglénique du début. A cet effet, nous avons établi une deuxième série d'expériences, qui consiste à rechercher le milieu favorable à cette reconstitution. Nous avons vu que, si l'on transporte, dans la décoction de Laminaires, une parcelle de la culture orangée sur gélose, on obtient l'état filamenteux, absolument comme avec les Zooglées cérébroïdes, et que, si l'onensemence une goutte de cette dernière culture sur la gélose, on revient à la culture

orangée sous forme de *Micrococcus*. On obtient absolument les mêmes résultats si, au lieu de décoction de Laminaires, on se sert de bouillons, soit de bouillons de viande de bœuf, soit de bouillon de viande de poisson de mer, ou de bouillons artificiels préparés avec de la peptone. On revient toujours, quand on reporte sur la gélose, à la culture orangée sous forme de *Micrococcus*. Mêmes résultats avec la gélatine nutritive.

Nous avons alors eu l'idée de recourir de nouveau à notre décoction de Laminaires, étendue d'une fois son volume d'eau de mer stérilisée. Dans ces conditions, si l'on ensemence un matras-PASTEUR renfermant quelques centimètres cubes de ce liquide nutritif, avec une parcelle de la culture orangée de *Coccus* obtenue sur gélose, et que l'on soumette le tout à la température de $+ 35^{\circ}$ C., on observe les modifications suivantes :

Vingt-quatre heures après l'ensemencement, à la surface du liquide de culture, comme dans la profondeur, on ne rencontre que des éléments, isolés, très mobiles, en forme de *Bacterium* grêles et courts, quelques-uns en *Diplobacterium*. Pas de traces de filaments. Quarante-huit heures après l'ensemencement, l'aspect microscopique est encore sensiblement le même, avec cette seule différence que le liquide qui ne paraissait pas modifié, est devenu légèrement trouble, mais incolore. Mêmes éléments en *Bacterium*, pas de filaments. Le troisième jour, le quatrième, même aspect. Le liquide est devenu très trouble ; mais il est toujours incolore. Il n'y a que des éléments doués de mouvements très rapides, en *Bacterium* courts. C'est, pour ainsi dire, une culture pure de l'état dissocié.

Si, à cette date, c'est-à-dire au quatrième jour après l'ensemencement, on sème une goutte de cette culture sur la gélose nutritive, à la température de $+ 25^{\circ}$ C., par le procédé des piqûres superficielles et multiples, on obtient, dès les premières vingt-quatre heures après cet ensemencement, de petites colonies arrondies. Elles sont opalescentes à leur périphérie, tandis que, dans leur centre, elles sont plus foncées et légèrement teintées en jaune-orangé. Si, à ce moment, on observe, au microscope, ces petites colonies, on voit que la partie centrale présente déjà une disposition cérébroïde des plus nettes, tandis que, à la périphérie, on reconnaît des groupes de capsules, les unes déjà réunies sous formes de masses serpentiformes, d'autres, tout à fait extérieures, et par conséquent,

les plus jeunes en date, disposées en séries où les éléments sont groupés quatre par quatre, en *Tétrades*, c'est-à-dire parvenues seulement au stade *Merismopedia*.

Au deuxième jour de l'ensemencement, le développement des colonies est bien plus accentué : elles se sont étendues en surface et se sont déjà fusionnées par leur périphérie.

Le centre est maintenant manifestement orangé.

Enfin, du troisième au quatrième jour, la surface entière de la gélose est devenue cérébroïde, et la coloration orangée est arrivée à son maximum d'intensité.

Si, au lieu de soumettre la culture à + 25° C., on la soumet à + 35° C., le développement se fait encore plus rapidement, mais par le même processus. En douze à quinze heures, on voit apparaître des îlots zoogléliques, et, au bout de vingt-quatre à quarante-huit heures, la surface entière du milieu nutritif est couverte de zooglées orangées.

On peut encore mieux se rendre compte de la formation de l'état zoologéique, en ensemençant, avec une goutte de la culture liquide précédente, la surface de la gélose contenue à l'intérieur d'un porte-objet creusé en *cellule*, et en obturant le tout à l'aide d'un couvre-objet. Par ce procédé, grâce à la raréfaction de l'air, le développement se fait moins rapidement que dans les tubes à essais, et l'on suit aisément le passage graduel de l'état dissocié à l'état zoogléique.

Nous n'insisterons plus sur les diverses phases de ces transformations, en tout point identiques à celles que nous avons décrites dans la première partie de ce travail. Il fallait démontrer la possibilité de reconstituer l'état zoogléique, avec ses caractères si nets et si constants, en partant de l'état filamenteux, et de l'état dissocié. C'est ce que nous pensons avoir établi, et nous ferons remarquer en outre quelle légère modification il a suffi de faire subir au milieu nutritif pour arriver à ce résultat.

Il nous reste à établir l'identité de *Bacterium Balbianii*.

Quelles sont les Bactériacées décrites jusqu'ici avec lesquelles on pourrait confondre l'espèce que nous venons d'étudier ?

Nous commencerons par examiner celles qui ont donné, dans leur culture, des apparences se rapprochant de l'aspect cérébroïde.

D'abord le *Bacillus* que l'on rencontre si souvent sur les pommes

de terre bouillies et laissées à l'air, et décrit par FLÜGGE (218), sous le nom de *Bacillus mesentericus vulgatus*, le *Kartoffel bacillus* des bactériologues allemands (1). Cette Bactériacée, en effet, se développe sur la pomme de terre sous forme d'une pellicule ridée et plissée, à replis nombreux, qui lui a sans doute valu sa dénomination. Mais cette apparence n'offre, au microscope, aucune ressemblance réelle avec l'aspect circonvolutionné de l'état zoogléique de *B. Balbianii*. En outre, la coloration n'est point la même : elle est plutôt d'un gris jaunâtre, qui s'éloigne fort de la coloration orangée de notre espèce. Du reste, l'aspect des cultures sur gélatine est absolument différent. Au lieu de l'apparence radiée, due à de fins prolongements périphériques que l'on observe dans les colonies des cultures sur plaques, chez le *Bacillus* de la pomme de terre, et de leur légère coloration jaunâtre, on a, chez *B. Balbianii*, des petites colonies à contours parfaitement arrondis, liquéfiant très rapidement la gélatine, et tout à fait incolores, ou blanc opalin. La coloration orangée, en effet, n'existe que sur la gélase. Avec ce dernier liquide nutritif, *Bacillus mesentericus vulgatus* ne produit qu'une pellicule d'un gris sale, et qui ne prend l'aspect plissé qu'au bout de plusieurs jours de culture ; tandis que nous avons vu l'aspect cérébroïde se produire en moins de vingt quatre heures, chez *B. Balbianii*.

Nous répéterons la même chose pour un autre *Bacillus*, que FLÜGGE a encore trouvé sur la pomme de terre, et qui ne diffère du précédent que par sa coloration brune : *Bacillus mesentericus fuscus*.

Enfin, un caractère commun à ces deux espèces, la viscosité spéciale de leurs cultures, ne s'observe en aucune phase du développement de *B. Balbianii*.

Bacillus luteus décrit aussi par FLÜGGE (218) donne, sur gélatine et sur gélase, une pellicule festonnée, mamelonnée, colorée en jaune d'or intense, et non en jaune orangé ; de plus, *B. Balbianii* liquéfie la gélatine, ce qui n'a pas lieu pour *B. luteus*.

Bacillus coli communis, trouvé par ESCHERICH (201), dans les fèces de nouveaux nés, par VIGNAL (617 bis) dans les matières fécales normales, donne bien en culture sur plaques, des colonies, qui

(1) Voir aussi le récent travail de M. VIGNAL (618) concernant cette Bactériacée.

présentent une légère coloration jaunâtre et une apparence de circonvolutions; mais ces colonies ne liquéfient pas la gélatine. En outre, elles sont absolument blanches, sur gélose, et verdâtres, sur pomme de terre.

Bacillus typhosus, découvert par EBERTH (179), dans la rate et les ganglions mésentériques des malades atteints de fièvre typhoïde, présente sur plaques de gélatine, d'après GAFFKY (235) et d'après CHANTEMESSE et WIDAL (116), de petites colonies à surface vermiculée, rappelant le dessin de circonvolutions cérébrales. Mais elles ne liquéfient pas la gélatine et ne sont pas chromogènes.

D'autres Bactériacées, rangées dans le genre *Bacillus* ou *Bacterium*, présentent aussi, en particulier sur la gélatine, quelques sinuosités ou ramifications; par exemple: les trois Bactériacées dont HAUSER (281) a fait un genre spécial sous le nom de *Proteus*: *Proteus vulgaris*, *P. mirabilis*, *P. Zenkeri* (1); — *B. mycoides* FLÜGGE (218); *B. Zopfii* KURTH (348); *B. alvei* WATSON-CHEYNE et CHESHIRE (630). Mais il n'y a qu'une très lointaine ressemblance entre l'aspect de leurs colonies et celui des colonies de *B. Balbianii*; du reste, aucune de ces Bactériacées n'est chromogène.

C'est encore le cas d'une Bactériacée figurée, mais non dénommée par CORNIL et BABES (141 bis), et qui présente, sur gélatine, une surface circonvolutionnée se rapprochant beaucoup de ce que l'on observe sur gélose, pour *B. Balbianii*: elle n'est pas, non plus, chromogène.

Mais ce n'est pas seulement avec les Bactériacées, dont les formes en *Bacterium* et *Bacillus* présentent des colonies à surface plus ou moins circonvolutionnée, que l'on pourrait craindre de confondre *B. Balbianii*. Nous avons vu, en effet, que, sous la forme *Coccus* ou *Micrococcus*, cette espèce se présente avec l'apparence de colonies parfaitement arrondies, et de couleur orangée, du moins sur la gélose nutritive. On se souvient aussi que c'est également sous cette

(1) Toutefois, l'apparence tortueuse des masses zooglées que l'on trouve dans les cultures sur gélatine de *P. vulgaris*, offre une certaine similitude avec les masses serpentiformes que nous avons décrites au début de l'état zoogléique, chez *B. Balbianii*. Mais nous rappellerons d'abord que ces masses serpentiformes ne paraissent que sur la gélose, et de plus, la suite de leur développement n'offre rien de semblable à ce que l'on a décrit chez *P. vulgaris*. Il en est de même des zooglées entortillées décrites par SCHEDTLER (556), après KURTH (348), chez *Bacterium Zopfii*.

forme que se présentent les éléments qui proviennent des capsules du stade ultime de l'état zoogléique, et qui finissent par envahir les sillons de circonvolutions. Il y aura donc lieu de donner les caractères différentiels de cette forme d'élément arrondi de *B. Balbianii* comparée avec les autres formes cataloguées jusqu'ici sous la dénomination générique de *Micrococcus*. Enfin, on n'a pas oublié que, à un certain stade de ce développement de l'état zoogléique, les capsules affectent la disposition de *Merismopedia*, qui, pour nous, n'est qu'un stade évolutif vers la forme dite *Sarcina*. Il faudra donc établir de nouvelles distinctions entre ce stade *Merismopedia* ou *Sarcina*, avec les autres *Sarcina* connus, au moins avec les *Sarcina* à coloration jaune ou orangée. Comme nous aurons surtout à comparer l'aspect sur gélatine nutritive des colonies des espèces connues, il est important de donner les caractères que nous y présente la forme en *Micrococcus*.

Et d'abord sur *plaques*. A la température de $+ 25^{\circ}$ C., et dans l'espace de douze heures, une goutte de cette culture délayée dans l'eau de mer stérilisée, et ensemencée sur gélatine, donne un semis de petites colonies en tête d'épingle, parfaitement arrondies, à contour net et opalescentes. Nulle coloration jaune ou orangée à noter, même parmi les colonies qui éclosent à la surface (1). Dans l'espace de 24 heures, ces colonies deviennent confluentes et ont liquéfié toute la gélatine de la plaque.

En tube, et en *piqûre profonde*, on observe les phénomènes suivants, à la même température de $+ 25^{\circ}$ C. :

Douze heures après l'inoculation, on peut déjà constater, dans toute l'étendue de la *piqûre*, un sillon opalescent en forme d'entonnoir ou de cône allongé dont la base est à la surface de la gélatine. Cette surface, à la base même du cône, est déprimée et, pour ainsi dire, « ulcérée », suivant un cercle parfaitement régulier de trois ou quatre millimètres de diamètre. Au bout de vingt-quatre heures, l'entonnoir s'est élargi et offre l'aspect que nous avons représenté

(1) Nous faisons cette dernière remarque pour montrer que, dans ce cas particulier, la production de pigment n'est pas intimement liée, comme chez un grand nombre de Bactériacées chromogènes (*Micrococcus prodigiosus*, *Bacillus pyocyaneus*, *B. violaceus*, etc.), à la présence de l'oxygène de l'air, mais bien plutôt à la nature même du milieu nutritif.

(A. fig. 5, Pl. ix). La gélatine s'est liquéfiée, dans toute l'étendue de l'entonnoir; mais le long du canal de liquéfaction, elle forme trois zones dilatées (*c*, *d*, *e*), séparées par une partie rétrécie. Dans chaque zone, des éléments bactériens s'amassent sous forme de dépôt blanc laiteux. La surface de la gélatine liquéfiée (*b*) s'est encore agrandie et un peu plus déprimée. Les limites en sont d'ailleurs, et toujours, parfaitement circulaires (*C* — *b*). Vingt-quatre heures plus tard, c'est-à-dire quarante-huit heures après l'ensemencement, la surface presque entière de la gélatine est liquéfiée (*B* — *b*), le canal de liquéfaction s'est considérablement accru; il reste toutefois une partie encore assez notable de gélatine périphérique non encore liquéfiée (*a*). Le fond de l'entonnoir est occupé par un dépôt blanchâtre, nullement orangé, et le reste de la cavité de l'entonnoir, par un liquide opalescent.

A l'examen microscopique, on ne trouve que des éléments en *Micrococcus* : le plus grand nombre, en chaînes plus ou moins longues ou *Streptococcus* de cinq à quinze et vingt éléments, comme nous l'avons déjà figuré. Au troisième jour, toute la gélatine est liquéfiée. Les jours suivants, la gélatine liquéfiée s'éclaircit peu à peu, en même temps que le dépôt du fond s'accroît notablement.

Ainsi, liquéfaction rapide de la gélatine, et disparition de toute coloration : tels sont les caractères principaux de la culture de la forme *Micrococcus* ou *Coccus*, sur gélatine.

Quels sont les caractères chimiques du pigment orangé qui paraît être particulier à la forme *Micrococcus* cultivée sur gélose? Ce sont des caractères assez importants, et qui nous permettront de comparer nos *Coccus* avec d'autres *Coccus* également chromogènes, que nous allons passer en revue tout à l'heure.

Ils sont à peu près négatifs. Cette matière colorante est, en effet, insoluble dans l'eau, dans l'alcool absolu, dans les acides et les alcalis. L'acide acétique seul semble la dissoudre faiblement. Il ne saurait donc être question ici de pigment à proprement parler, comme pour certaines Bactériacées chromogènes, telles que *Beggiatoa roseo-persicina*, *Micrococcus prodigiosus*, etc. Du reste, cette matière colorante semble assez fugace; elle diminue, en effet, et finit même par disparaître complètement, après un certain nombre de transplantations sur le même milieu, bien que la forme des éléments en *Coccus* soit conservée. C'est ce que l'on a observé

également chez d'autres Bactériacées chromogènes, telles que *Micrococcus prodigiosus* et *Bacillus violaceus*, etc.

Nous avons vu aussi que, dans les milieux liquides, cette coloration ne se produisait pas.

Ce phénomène n'est point particulier à *B. Balbianii*.

Citons seulement les expériences de CHARRIN et ROGER (119), qui empêchent la production de la pyocyanine dans les cultures de *Bacillus pyocyaneus* par l'addition d'une faible quantité de sublimé. Le Bacille du lait bleu (*Bacillus syncyaneus* EHRENBERG), qui dans le lait acide (HÜPPE (295)) et dans les solutions de tartrate d'ammoniaque, produit son pigment spécial, reste incolore dans les solutions sucrées et les bouillons (1). Dans les cultures liquides, la coloration de *Bacillus pyocyaneus* s'éteint presque, et celle de *Micrococcus prodigiosus* disparaît complètement (WASSERZUG (627.628)). Le même phénomène se produit chez *B. rosaceum metalloides* (DOWDESWELL (167)) (2).

(1) Le phénomène de la coloration des Bactériacées chromogènes est, du reste, lié à un certain nombre d'autres facteurs des plus importants. L'oxygène, en première ligne, paraît indispensable à la plupart d'entre elles pour que cette production se manifeste, ainsi que l'a fort bien démontré LIBORIUS (370) pour *Micrococcus prodigiosus*, *Bacillus pyocyaneus*, *B. cyanogenus*, *B. fuscus*, *B. fluorescens liquefaciens*, *Sarcina lutea*, *Staphylococcus pyogenes aureus*. Chez d'autres espèces, cette production est en relation directe avec la lumière. C'est ainsi que chez *Micrococcus prodigiosus*, d'après SCHOTTELIUS (563) et WASSERZUG (628), et chez *Micrococcus ochroleucus*, d'après PROVE (514), la fonction chromogène s'accroît sous l'influence de la lumière, pour se ralentir et même s'arrêter complètement dans l'obscurité. Le contraire se passe chez *Bacterium lactis erythrogenes* et *mycoides roseum*, Bactériacées trouvées dans le lait rouge par GÖSTA-GROTENFELT (260) : la teinte rose ne se manifeste qu'à l'obscurité.

(2) Il en est de la propriété chromogène, qui disparaît dans certains milieux de culture, comme d'autres propriétés des Bactériacées, la phosphorescence, par exemple. On connaît aujourd'hui un certain nombre de Bactériacées phosphorescentes. Une des plus curieuses est celle que M. le Prof. A. GIARD (251) vient de découvrir, infestant le corps d'un talitre, rencontré sur la plage de Wimereux, et dont les caractères nous paraissent assez nets pour en faire une espèce nouvelle, que nous appelons *Bacterium Giardi*. Or, la propriété photogène de cette Bactériacée, propriété que l'on peut reproduire à volonté par l'inoculation chez d'autres talitres et d'autres crustacés, même terrestres (cloportes), disparaît complètement quand on cultive *B. Giardi* sur certains milieux solides, entre autres la gélose, rendue nutritive par du bouillon de morue légèrement acide. Elle réapparaît, au contraire, en inoculant cette dernière culture à de nouveaux talitres (252). D'autre part, M. R. DUBOIS, qui, en 1887 (168), avait annoncé que la luminosité de *Pholas dactylus* était due à l'action combinée d'une substance chimique cristallisable, la *luciférine*, et d'un ferment soluble, la *luciférase*, admet aujourd'hui (168 bis) qu'il s'agit, au contraire, d'un « ferment figuré symbiotique, *Bacterium pholas*. » La propriété photogène de *B. pholas* s'éteindrait dans les liquides de culture préalablement modifiés, pour réapparaître dans les milieux alcalinisés.

L'insolubilité du pigment dans l'eau, dans l'alcool, les acides et les alcalis, suffit pour distinguer notre Bactériacée, lorsqu'elle se présente sous sa forme de *Coccus chromogènes*, d'avec les autres Bactériacées rangées parmi le genre *Micrococcus*, et à coloration jaune ou orangée, tels que : *Micrococcus aurantiacus* SCHRÖTER (565), *M. ochroleucus* PROVE (514), et les trois *Microcococcus flavus* de FLÜGGE (218) : *M. flavus liquefaciens*, *desidens* et *tardigradus*. Un seul *Micrococcus* jaune : *M. luteus*, SCHRÖTER (565) se rapprocherait de la forme *Coccus* de *B. Balbianii* par les caractères de sa matière colorante insoluble dans l'eau, les acides et les alcalis. Mais outre que cette coloration est plutôt jaune citron que jaune orangé, les cultures de *M. luteus* ne liquéfient pas la gélatine, contrairement à celles de *B. Balbianii*.

Il reste enfin à différencier *B. Balbianii*, sous sa forme *Merismopedia* ou *Sarcina*, d'avec les formes analogues déjà connues, et principalement les *Sarcina* à coloration jaune-orangé.

1° *Sarcina lutea* SCHRÖTER (565 bis) se développe souvent sur les plaques de gélatine laissées à l'air libre. Mais elle ne liquéfie la gélatine que très lentement, et ne donne pas, sur gélose, l'aspect cérébroïde de *B. Balbianii*.

2° *Sarcina aurantiaca* SCHRÖTER (565 bis) se développe également sur les plaques de gélatine, au contact de l'air. Sur plaques, la gélatine n'est presque pas liquéfiée, et on obtient une coloration jaune-ochreux assez prononcée. En tube, la gélatine n'est liquéfiée que très lentement, et la partie liquéfiée conserve une coloration jaunâtre à la surface, à l'inverse de *B. Balbianii*, qui liquéfie très rapidement la gélatine, et s'y décolore complètement.

Sur gélose, la culture est jaune d'or et se présente sous l'aspect d'une membrane plissée, et non, dans aucun cas, avec les caractères propres à la zooglée de *B. Balbianii*.

3° Enfin *Sarcina aurea*, isolé par MACÉ (393) de l'exsudat pneumonique, liquéfie rapidement la gélatine comme *B. Balbianii*, mais y conserve en partie sa coloration jaune d'or. Sur gélose, la surface de la culture est verruqueuse, et non circonvolutionnée.

Pour toutes ces raisons, nous croyons que *B. Balbianii* constitue une espèce à caractères propres, et non décrite jusqu'ici.

Le cycle évolutif de *B. Balbianii*, pour être complet, devrait com-

prendre la description du mode de reproduction par spores. Nous avons rencontré assez souvent dans les cultures déjà anciennes, des éléments un peu plus volumineux que les éléments ordinaires, renfermant des corpuscules arrondis et réfringents. Nous ne saurions affirmer si ce sont là des spores, n'ayant pas observé leur germination. Toutefois, leur réfringence, ainsi que leur résistance aux agents colorants et aux températures élevées (+ 80 à 100° C.), nous donne tout lieu de supposer que ce sont effectivement des spores, produites par voie endogène.

Nous résumerons ainsi les observations et les expériences que nous avons faites sur *B. Balbianii* :

I. — Il existe une Bactériacée chromogène vivant dans les milieux salés et en particulier dans les macérations d'algues marines, qui, par l'ensemble de ses caractères, constitue une espèce nouvelle, *Bacterium Balbianii*.

II. — *B. Balbianii* présente, dans le cours de son existence, un cycle évolutif qui comprend quatre états ou phases : l'état filamenteux, l'état dissocié, l'état enchevêtré et l'état zoogléique.

III. — L'état *filamenteux* se présente sous forme de filaments immobiles plus ou moins longs. On y rencontre les trois formes fondamentales d'éléments bactériens : rectilignes, courbes et spiralés. Ces filaments sont essentiellement aérobies, se développant presque uniquement à la surface des milieux de cultures. De plus, ils semblent ne se développer normalement qu'à la surface des milieux liquides.

IV. — L'état *dissocié* provient de la mise en liberté des éléments constitutifs des filaments. Toutes les formes d'éléments que renferment les filaments peuvent s'y rencontrer : ils sont essentiellement mobiles. La forme la plus constante, et à laquelle aboutissent toutes les autres (au moins les formes rectilignes) est le *Bacterium* court elliptique-ovalaire isolé, ou accouplé en *Diplobacterium*. A

l'opposé des filaments de l'état précédent, qui sont uniquement aérobies, les éléments de l'état dissocié se rencontrent à la surface et dans la profondeur des milieux de culture.

V. L'état enchevêtré ne s'est rencontré que rarement dans nos cultures, mais toujours dans les milieux liquides, et à la surface, comme l'état filamenteux, dont il n'est, pour ainsi dire, que l'exagération, puisque les masses enchevêtrées sont constituées par un lacis inextricable de filaments.

VI. — L'état zoogléique est la phase du cycle la plus caractéristique. Il est constitué par des masses d'éléments encapsulés dont l'union représente des circonvolutions et des sinuosités donnant à l'ensemble de la zooglée l'aspect cérébroïde le plus net.

Sous cet état, *B. Balbianii* peut se différencier aisément, même dans les cultures à l'air libre, d'avec les autres Bactériacées.

Parmi les stades de développement de cet état zoogléique, les stades *Merismopedia* et *Sarcina* se manifestent de la façon la plus nette.

L'état zoogléique, à l'inverse de l'état filamenteux, peut se cultiver sur certains milieux solides, en particulier sur la gélose nutritive. Il est possible de faire dériver l'état zoogléique de l'état filamenteux, et réciproquement l'état filamenteux de l'état zoogléique par simple modification dans la constitution des milieux de culture.

A l'intérieur des capsules de l'état zoogléique, de même qu'à la période ultime de l'état filamenteux et de l'état dissocié, c'est encore la forme en *Bacterium* court elliptique-ovalaire que l'on retrouve d'une façon constante : nouvelle raison pour conserver, jusqu'à plus ample informé, la dénomination générique donnée par nous à *B. Balbianii*.

VII. — La coloration particulière jaune-orangé coïncide avec l'apparition de l'élément en forme de *Coccus* ou de *Micrococcus*. Cet élément arrondi, chromogène, dérive directement du *Bacterium* court elliptique-ovalaire, par suite d'une légère modification de volume, et d'égalité dans tous les diamètres. Il n'est pas aussi constant que l'élément *Bacterium* court dont il provient, puisque nous ne l'avons jamais rencontré dans nos cultures en milieux nutritifs liquides.

Mais il existe à la fin de l'état zoogléique, au moment de la déhiscence des capsules. Il remplit alors les sillons des circonvolutions, et c'est lui qui donne à la zooglée sa couleur orangée.

Pour le faire naître de l'état filamenteux, il suffit de transplanter ce dernier (obtenu en milieu liquide) sur un milieu nutritif solide (géluse et gélatine). Dans le premier cas, sur géluse, il se développe en surface avec ses caractères chromogènes ; au contraire, dans le second cas, sur gélatine, il liquéfie rapidement ce milieu et devient incolore. Inversement, on peut reconstituer l'état filamenteux et l'état dissocié en ensemençant une parcelle de la culture en *Coccus*, sur géluse, dans les milieux liquides. En aucun cas, ces cultures en milieu liquide ne présentent la moindre trace de coloration.

VIII. — Selon toute probabilité, *B. Balbianii* se reproduit par spores endogènes.

BACTERIUM OSTEOPHILUM, nov. sp.

Nous désignons cette nouvelle Bactériacée sous le terme de *Bacterium osteophilum*, pour rappeler le milieu où elle paraît se développer le plus facilement. C'est, en effet, dans des macérations d'os humains, et principalement d'os entourés de cette graisse jaunâtre bien connue des anatomistes, que nous l'avons observée d'une manière à peu près constante, et, pour ainsi dire, à l'exclusion de toute autre espèce. Enfin, c'est dans ce milieu que nous avons pu, sous différentes influences, étudier son cycle évolutif complet et sa reproduction par *spores endogènes*.

Il suffit de placer des os ou des fragments d'os dans un cristallin assez large et peu profond, rempli aux trois-quarts d'eau de fontaine ou de puits, pour avoir, en plus ou moins de temps, selon la température, une belle végétation de *B. osteophilum*. La température semble jouer un grand rôle dans la succession des différents états par lesquels passe cette espèce, dans le cours de son évolution. En hiver, à une température inférieure à $+ 10^{\circ}$ C., nous n'avons guère obtenu que l'état *filamenteux* et l'état *dissocié*; tandis qu'en élevant progressivement la température, nous obtenions l'état *enchevêtré* et enfin l'état *zoogléique*. Toutefois, cette succession des différents états du cycle évolutif n'a rien de fixe ni de déterminé; et tel ou tel état peut faire défaut, la condition de milieu nécessaire faisant défaut elle-même. Veut-on, par exemple, avoir l'état *zoogléique* d'emblée, étant donnée seulement une culture encore à l'état filamenteux? Il suffit de porter brusquement cette culture à $+ 30^{\circ}$ à 36° C., pour obtenir, en moins de quarante-huit heures, les zooglées typiques de *B. osteophilum*.

Nous reviendrons plus loin, et en détail, sur ces différentes transformations. Qu'il nous suffise, pour l'instant, de les indiquer. L'ensemble de nos observations et de nos expériences nous permet d'affirmer que *B. osteophilum* passe par les quatre états évolutifs

que nous avons constatés chez *B. Balbianii*, à savoir : l'état *filamenteux*, l'état *dissocié*, l'état *enchevêtré* et l'état *zoogléique*.

Nous allons donc décrire l'aspect de cette Bactériacée sous chacun de ces quatre états évolutifs, et les différentes formes qu'affectent ses éléments ; nous nous attacherons surtout à démontrer leur identité de nature et leur réduction à une seule et même espèce.

ÉTAT FILAMENTEUX.

De même que pour *B. Balbianii*, l'état *filamenteux* est l'état d'accroissement proprement dit de la plante. C'est la période de développement où elle se présente sous l'aspect de filaments plus ou moins longs, à l'intérieur desquels sont contenus les différents éléments bactériens qui la constituent en réalité. Ces filaments ne sont point fixés par une de leurs extrémités, comme chez *Cladothrix dichotoma* par exemple ; ils sont, au contraire, libres et disséminés dans le liquide, étant toutefois plus nombreux et plus développés à la surface.

Cet état filamenteux, avons-nous déjà dit, se manifeste à une température assez basse. Nous l'avons obtenu surtout en hiver, dans nos macérations d'os gras, entre $+ 5$ et $+ 10^{\circ}$ C. Nous le décrirons tel qu'il s'est manifesté dans les cultures à air libre. Nous l'avons également cultivé, dans certains milieux solides et liquides, à l'état de pureté. Mais, presque toujours, il s'y est montré comme une phase transitoire de peu de durée. Enfin, nous avons pu suivre son développement pas à pas à l'aide du procédé de la *cellule close*, dont nous avons déjà parlé, et étudier son passage à l'état dissocié d'une part, et à l'état zoogléique d'autre part, comme nous le verrons plus loin.

Pour le moment, étudions quelques-uns de ces filaments qui se développent à l'air libre, à la surface d'une macération d'os gras, à la température de $+ 5$ à $+ 10^{\circ}$ C. Leur longueur est des plus variables : elle peut aller de 15 à 20 et à 50 μ , et au-delà. On en trouve même qui atteignent 100 et 200 μ ; mais, pour le plus grand nombre, la moyenne est de 20 à 50 μ . — L'aspect général,

ou le port de *B. osteophilum*, est assez caractéristique. La direction des filaments n'est pas régulièrement rectiligne, comme c'est le cas pour un grand nombre de Bactériacées, soit à filaments fixés comme *Leptothrix buccalis*, *Crenothrix*, *Beggiatoa*, *Cladothrix dichotoma*, etc., soit à filaments libres, comme *Bacillus anthracis*, *B. subtilis*, etc. Même chez les plus courts filaments, la direction est déjà un peu sinueuse ou flexueuse (α^1 , α^1_a , α^1_b , fig. 1. — Pl. v) ; chez d'autres, elle est légèrement arquée (fig. 2 et 4. — Pl. v) ; chez les plus longs, elle peut présenter des ondulations très prononcées, à courbures inégales, et indépendantes des spirales qu'ils peuvent affecter, à un moment donné (fig. 3, 11, 15, 16. — Pl. v). — La largeur des filaments est également très variable : elle oscille, en général, entre 0,5 μ et 0,8 μ , et peut aller jusqu'à 1 μ , et même presque jusqu'à 1,5 μ . Elle peut varier, non-seulement sur deux filaments distincts, mais encore sur un seul et même filament, C'est ainsi que les filaments représentés dans les fig. 5, 12, 16 et 28 (Pl. v), ont, à l'une de leurs extrémités, un diamètre transversal plus grand qu'à l'extrémité opposée. Enfin, il n'est pas rare d'observer une différence de diamètre, non plus aux extrémités, mais même au milieu du filament. C'est ainsi que, dans la fig. 6 (Pl. v), les éléments γ^3_a , γ^2 , γ^3 , γ^4 , ont un diamètre transversal sensiblement moindre que celui des éléments γ^2_b , γ^1_a , situés au-dessus, et des éléments γ^2 , γ^1 , situés au-dessous. On le voit : cette différence dans le diamètre transversal de l'une des extrémités, comparé à celui de l'autre extrémité, n'est pas particulière aux bactériacées fixées, comme *Clad. dichotoma*, *Beggiatoa*, *Crenothrix*, etc. Toutefois, le phénomène n'est pas, à beaucoup près, aussi fréquent que, par exemple, chez *Clad. dichotoma*. En réalité, surtout parmi les filaments les plus courts, on trouve presque toujours une égalité à peu près constante dans les dimensions du diamètre transversal. Mais, à côté de tel ou tel filament ayant une largeur donnée, il n'est pas rare de trouver un autre filament de diamètre transversal ou plus long ou plus court. Les variations que nous signalons, surtout dans la longueur des filaments, et dans leur forme plus ou moins flexueuse, arquée ou sinueuse, tiennent évidemment aux conditions de milieu dans lesquelles vit *B. osteophilum*. En effet, cette espèce est une bactériacée vivant à l'état de liberté, dans son liquide de culture,

sans être fixée, par l'une de ses extrémités, à un support quelconque, comme *Clad. dichotoma*, par exemple. Cette autre bactériacée, par cela même qu'elle est attachée, et que, en outre, elle est protégée par l'épaisseur de sa gaine externe, est moins exposée aux différentes variations de courants, de pression, etc., qui peuvent se produire dans un liquide. Conséquemment, *B. osteophilum* ne peut acquérir une longueur aussi prononcée que *Clad. dichotoma*, sans que, par suite des pressions en sens inverses qui s'exercent dans le liquide, et aussi à cause de la fragilité de sa gaine, il ne se fasse des fragmentations dans l'étendue de ses filaments. On aura ainsi des tronçons de filaments vivant indépendants, et dont la longueur et la largeur varieront considérablement.

Les filaments en eux-mêmes comprennent une *paroi* et un *contenu*.

La paroi (*G*, fig. 3, 4, 11, 13. — Pl. v) est simple et de plus en plus mince, à mesure qu'elle vieillit, et que la segmentation des éléments qu'elle contient est plus active. C'est ainsi que, au début des cultures, on a des filaments cylindriques, ou à peu près, à parois nettement visibles, et parallèles; tandis que, un peu plus tard, à mesure que le travail de segmentation s'avance, la paroi s'étire, pour ainsi dire, en même temps que les éléments constitutifs des filaments s'éloignent les uns des autres. La paroi, devenue très mince, ne s'aperçoit plus, entre les éléments, que sous la forme de légères traînées membraneuses (*a*, fig. 6, 8, 11, 28. — Pl. v).

Quant au contenu des filaments, il est constitué par des éléments bactériens de formes diverses : *rectilignes*, *courbes* et *spiralées*.

Parmi les formes *rectilignes*, celle qui est la plus récente, c'est-à-dire celle que l'on rencontre presque uniquement sur les jeunes filaments, est la forme en *Leptothrix* (x^1 , α^1_a , α^1_b , — fig. 1, Pl. v). On l'étudie de préférence sur les filaments qui viennent de germer, et qui n'ont que peu d'heures d'existence. (Voir deux beaux exemples, en *A* et *B*, fig. 4. — Pl. vi). — Isolée, cette forme en *Leptothrix* est très rare. — La forme *Leptothrix* est en effet une forme jeune, que l'on trouve au début du développement et de la segmentation des filaments.

Cette forme est même tellement fugace que, si nous n'avions point suivi la germination des spores, pas à pas, nous aurions

risqué de la laisser échapper, et d'en ignorer ou peut-être même d'en nier l'existence. Pour avoir une idée de la rapidité avec laquelle cette forme change, par segmentation, il suffit de jeter les yeux sur la même fig. 4 (Pl. VI). On y voit trois filaments *A*, *B*, *C*, très jeunes, puisque l'exospore des spores qui leur ont donné naissance se distingue encore (*Ex.*). Ces trois filaments, à un moment donné, étaient identiques, à part la longueur, et constitués chacun par un élément unique, non divisé : en un mot, par un *Leptothrix*. Au bout d'une heure, l'aspect était tel que nous le figurons, ici, d'après une observation faite par le procédé de la *cellule close*. Le filament *A*, le plus jeune, est encore formé, dans toute sa longueur, d'un seul élément, indivis, en *Leptothrix* (α^1) ; le filament *B* commence à se segmenter, par l'extrémité libre, et comprend deux éléments : l'un inférieur en *Leptothrix* (α^1), l'autre en *Bacterium long* (γ^1) ; le filament *C*, enfin, est complètement segmenté en *Bacterium* de différentes longueurs (γ^2 , γ^3). Si nous insistons tout particulièrement sur ce point, c'est pour affirmer, une fois de plus, que l'élément en *Leptothrix*, ici comme chez *Cladothrix* et *B. Balbianii*, n'est qu'une forme de segmentation, d'où naîtront des formes de plus en plus courtes, et que, par suite, il ne saurait y avoir de genre caractérisé uniquement par cette forme. — Nous sommes persuadé que l'étude attentive du développement graduel de chaque bactériacée montrera que ce stade particulier de la segmentation du filament bactérien, en général, est beaucoup plus fréquent qu'on ne le croit, et que, s'il a échappé à beaucoup d'observateurs, c'est qu'il est, comme dans *B. osteophilum*, extrêmement fugace.

Les filaments, nous venons de le voir, ne restent pas longtemps sous la forme de *Leptothrix*. Ils ne tardent pas à se segmenter en éléments de plus en plus courts. Selon les conditions de milieu, cette segmentation est plus active dans certains cas. C'est ainsi que le filament *C* (fig. 4 — Pl. VI), quoique très court encore, est déjà complètement segmenté en *Bacterium*. Mais on peut trouver d'autres filaments montrant, pour ainsi dire, toute la gradation entre le stade primordial, c'est-à-dire le *Leptothrix*, et le stade ultime, c'est-à-dire le *Bacterium court*. C'est ainsi que le filament représenté fig. 2 (Pl. V), est formé de deux éléments en *Bacillus* : l'un, sur le point de se segmenter (β^1) ; l'autre ($\beta^1_{,,}$), complètement divisé en deux *Bacterium* longs (γ^1_a). Les autres éléments du filament

sont des éléments en *Bacterium* long (γ^1). La fig. 11 (Pl. v) montre un filament où les éléments ne sont déjà plus représentés que par des *Bacterium* : *B.* longs (γ^1 , γ^1_a) ; *B.* courts (γ^3) *B.* de moyenne longueur (γ^2 , γ^2_a), comme terme de passage. On y voit, de plus, certains de ces éléments sur le point de se diviser. Le *Bacterium* long γ^1 , par exemple, est sur le point de se diviser en deux éléments plus courts, analogues à γ^2 ; tandis qu'un *Bacterium* de moyenne longueur (γ^2) se sectionne à son tour, pour donner naissance à deux éléments courts, analogues à γ^3 . Le filament de la fig. 3 (Pl. v), qui, à l'une de ses extrémités, montre un *Leptothrix* sinueux (α^1), renferme des éléments qui sont tous encore plus courts que la plupart de ceux de la fig. 11. On y voit également quelques *Bacterium* de moyenne longueur (γ^2) ; mais le plus grand nombre de ces éléments sont des *Bacterium* courts (γ^3 , γ^3_a , γ^3_b , — γ^4 , γ^4_a). La forme γ^3 correspond identiquement à la même forme γ^3 , décrite chez *B. Balbianii* ; tandis que l'élément γ^4 , un peu plus court, est plutôt l'analogue du *Bacterium* elliptique γ^4 , que nous avons étudié précédemment. Tous deux, ainsi que la figure l'indique, dérivent de la segmentation d'un élément en γ^2 , plus ou moins court, dont on observe les différentes phases de segmentation (γ^2 , et $\gamma^2_{a,b}$).

On le voit : entre le *Leptothrix* (α^1) et le *Bacterium* le plus court (γ^4), on trouve toutes les formes intermédiaires ; et cela, par simple segmentation d'un élément primitif en deux éléments plus courts. C'est ainsi que d'un *Leptothrix* résulte un *Bacillus* ; d'un *Bacillus*, un *Bacterium* long ; d'un *Bacterium* long, un *Bacterium* de moyenne longueur ; et de celui-ci, enfin, un *Bacterium* court.

Les fig. 4, 5, 6, 7, 8, 9 et 10 (Pl. v) montrent également l'union de toutes ces formes, et leurs passages de l'une à l'autre. Elles nous montrent, en outre, des filaments presque dépourvus de leur gaine : celle-ci, finalement, n'est plus représentée que par des brides membraneuses (*a*) entre les éléments, qui sont presque tous des *Bacterium* assez courts. De pareils filaments se rencontrent en grand nombre dans les cultures : ils sont encore immobiles, et forment, pour ainsi dire, le passage entre les filaments proprement dits, à gaine continue, et les filaments mobiles de l'état dissocié. Le filament représenté fig. 10 est très intéressant, en ce sens, qu'il fait voir associés : un *Leptothrix* (α^1), deux *Bacterium* longs (γ^1 et γ^1_a), un *Bacterium* de moyenne longueur (γ^2) et un *Bacte-*

rum court (γ^3_a). Ce filament végétatif et immobile, soumis à une température de $+ 30^\circ \text{C.}$, en cellule close, et dans la platine chauffante de RANVIER, s'est montré, au bout de $\frac{1}{4}$ d'heure, animé de quelques mouvements oscillatoires, et, au bout de $\frac{1}{2}$ heure, dissocié en ses divers éléments. Il y a donc lieu de croire que cette disposition spéciale des éléments de *B. osteophilum*, juxtaposés en série moniliforme, et séparés par des trainées membraneuses assez longues, indique le passage d'un état à l'autre : de l'état végétatif à l'état dissocié.

Ces chapelets d'éléments offrent encore une autre disposition intéressante : ils font ressortir la forme particulière des éléments rectilignes de *B. osteophilum*. En effet : que l'on considère (Pl. v) le *Leptothrix* (α^1 — fig. 10) ou les éléments en *Bacillus* (β^1 , et $\beta^1_{..}$ — fig. 2) ou bien les différents *Bacterium* des fig. 7 et 11, on sera frappé de la forme générale en fuseau, ou en citron, qu'affectent tous ces éléments. Peu accentuée dans les filaments où la gaine est encore assez forte pour comprimer les éléments (fig. 11), cette forme s'accroît très nettement dans les filaments où cette gaine ne subsiste plus qu'à l'état de minces brides membraneuses. Le centre de chaque élément est bien plus large que les autres parties ; les extrémités s'amincissent progressivement, et s'atténuent en pointe. Cette forme particulière a reçu un nom spécial en Bactériologie : on l'appelle *Clostridium*, terme créé par TRÉCUL (605). PRAZMOWSKI (511) a cru trouver, dans cette forme, un caractère suffisant pour établir un genre tout entier de Bactériacées. Or, cette forme est essentiellement transitoire. Chez *B. osteophilum*, comme nous venons de le voir, elle n'existe, bien nettement accusée, que lorsque la gaine, s'amincissant de plus en plus, finit par se réduire à l'état de trainées entre les éléments. Chez *Bacillus amylobacter* et chez *Clostridium polymyxa*, cette forme en fuseau se lie à un phénomène plutôt physiologique que morphologique, puisque les éléments bactériens de ces deux espèces ne deviennent des *Clostridium*, qu'au moment de produire des spores. L'élément, jusque-là cylindrique, se renfle en son milieu, où paraît ensuite la spore. *B. osteophilum* se rapproche, en cela, de ces deux dernières bactériacées. C'est, en effet, au moment de l'apparition des spores, que la forme en fuseau s'accroît davantage. Mais, en dehors de cette période de reproduction, les éléments de *B. osteophilum*, surtout

quand ils sont isolés, à l'état dissocié, présentent généralement la forme *Clostridium*. Néanmoins, comme cette forme ne peut s'appliquer ni à la majorité des éléments encore contenus dans les filaments végétatifs, ni surtout aux éléments courbes et spiralés que nous allons étudier, nous n'avons pas cru devoir ranger notre espèce dans le genre *Clostridium* (1).

La largeur des éléments rectilignes est, à peu de chose près, celle des filaments eux-mêmes, l'épaisseur de la gaine filamenteuse étant inappréciable avec nos moyens actuels de mensuration. Cette largeur varie donc entre 0,4 et 0,5 μ , dans le plus grand nombre des cas ; mais, chez les plus gros éléments fusiformes, et dans leur plus grande largeur, elle peut aller jusqu'à 0,8 μ , 1 μ et même 1,5 μ . La longueur des éléments, ainsi que nous l'avons posé en règle pour *Cladothrix*, est en rapport avec leur largeur. La longueur des plus courts *Leptothrix* égale donc au moins dix fois leur diamètre transversal, et varie entre 4 et 5 μ ; tandis que les plus longs que nous ayons rencontrés, tels que α^1 et α^1_a , (fig. 1 — Pl. v), atteignent 12, 13 et 14 μ . — La longueur des éléments en *Bacillus* et en *Bacterium* est aussi en rapport avec leur diamètre transversal : soit de 5 à 10 fois ce diamètre, pour les *Bacillus*, et de 2 à 5 fois, pour les *Bacterium*.

Nous venons de voir que les filaments végétatifs de *B. osteophilum* renferment toutes les formes d'éléments rectilignes que nous avons déjà signalées chez *B. Balbianii*, depuis la forme en *Leptothrix* jusqu'à la forme en *Bacterium* court. Nous avons montré : d'une part, l'existence de ces différentes formes sur un même filament, ce qui est la meilleure preuve qu'elles appartiennent à une seule et même espèce ; d'autre part, le passage des unes aux autres, par un simple travail de segmentation.

Nous allons essayer maintenant de démontrer les mêmes propositions pour les formes courbes et spiralées. Les formes courbes sont représentées par des *Vibrio* de différentes longueurs (δ^1 , δ^2 , δ^3 ...), et les formes spiralées par des *Spirillum* à plusieurs tours de spire (ϵ^1 , ϵ^2 , ϵ^3 ,...). Or, dans les liquides de culture, surtout quand la température s'élève un peu, c'est-à-dire entre + 10° et + 20° C.,

(1) D'autres Bactériacées présentent également cette forme renflée ou en *Clostridium*, au moment de la formation des spores, telles que : *Bacterium Chauvæi* (13), *Bacillus ventriculus* A. KOCH (334), etc.

on trouve fréquemment des filaments végétatifs, plus ou moins ondulés et flexueux, entièrement formés soit d'éléments en *Spirillum*, soit d'éléments en *Vibrio*. Ces filaments sont associés aux filaments qui ne renferment que des éléments de forme rectiligne. Ce n'était pas sur ces filaments que nous pouvions trouver la preuve que les uns et les autres appartenaient à *B. osteophilum*.

Il s'agissait d'observer, sur un même filament, l'association de ces deux séries de formes : formes rectilignes, d'une part ; formes courbes et spiralées, d'autre part. Nous avons représenté (fig. 12, 13, 15 et 17 — Pl. v) quatre filaments sur lesquels on peut reconnaître, non-seulement la réalité de cette association, mais aussi la réalité du passage des formes rectilignes aux formes courbes et spiralées.

Le filament de la fig. 12 représente : d'abord, un élément en *Leptothrix* (α^1) ; puis, un couple de deux éléments en *Bacillus* (β^1_a et β^1_b), séparés par un *Bacterium long* (γ^1) ; enfin, deux éléments légèrement courbes (δ^3 et δ^3_a), en sens inverse l'un de l'autre, qui ne sont autres que de longs *Vibrio*. Or, entre l'élément rectiligne α^1 et les éléments courbes δ^3 et δ^3_a , il n'y a, comme différence, qu'une légère inflexion d'une des faces de ces derniers éléments. — L'élément en *Vibrio*, de quelque longueur qu'il soit, n'est autre qu'un élément rectiligne qui a subi une inflexion sur une de ses faces.

Le filament de la fig. 13 montre, associées, les trois formes : forme rectiligne, représentée par un seul *Bacterium long* (γ^1) ; forme courbe, par trois *Vibrio* de différentes longueurs (δ^2 , δ^3 , δ^3_a) ; forme spiralée, par un *Spirillum* à deux tours de spire (ϵ^2). Il en est de même pour le filament de la fig. 15 : à côté d'éléments rectilignes (γ^2 , γ^2_a , γ^2_b , — γ^3 , γ^3_a , γ^3_b , γ^3_c), on voit un *Vibrio* (δ^3), puis des *Spirillum*, à deux tours de spire (ϵ^2), et à un seul tour (ϵ^1 , ϵ^1_a , ϵ^1_b). Remarquons le *Spirillum* ϵ^1_b , dont le tour de spire est effacé ou peu accentué, et qui forme le passage entre le *Vibrio* simplement courbé et le *Spirillum* nettement spiralé. Enfin, le filament de la fig. 17 est formé d'un chapelet de *Bacterium* courts (γ^3 — γ^4), mêlés à des *Vibrio* courts (δ^1 , δ^1_a — δ^2 , δ^2_a).

Ces différents exemples suffisent pour montrer, chez *B. osteophilum*, la coexistence des formes rectilignes et des formes courbes et spiralées (1).

(1) WEIBEL (634), dans ses études sur les *Vibrions* du mucus nasal, a également trouvé tous les passages entre la forme rectiligne et les formes courbes, et même les formes spiralées.

Il nous reste à montrer les relations qui existent entre les formes courbes et les formes spiralées. Nous avons déjà vu le lien insensible qui unit les éléments de forme rectiligne aux éléments de forme courbe. Or, quel est le trait d'union entre le *Spirillum* nettement spiralé et le *Vibrio* simplement courbé? — En décrivant le filament de la fig. 15 (Pl. v), nous avons déjà dit que l'élément ϵ^1_b formait le passage entre le *Spirillum* vrai et le *Vibrio*. En effet, cet élément δ^1_b n'est plus simplement courbé, et n'est pas encore spiralé : il a une forme en S caractéristique, et ressemble absolument aux *Spirillum* à un tour de spire, dont la spire serait effacée. Si l'on jette les yeux sur le long filament spiralé de la fig. 16, on y voit : d'abord, de vrais *Spirillum* à deux ou trois tours de spire ($\epsilon^2, \epsilon^2_a — \epsilon^3, \epsilon^3_a$) ; puis, deux *Spirillum* à un tour de spire, mais à spire effacée (ϵ^1, ϵ^1_a) ; enfin, deux *Vibrio* (δ^1, δ^1_a), dont le dernier s'est même segmenté (δ^1_a). Le passage entre les deux *Vibrio* de l'une des extrémités du filament et les *Spirillum* de l'autre extrémité, est nettement marqué par les *Spirillum* à spire effacée (ϵ^1, ϵ^1_a).

D'un autre côté, on peut voir, sur le filament de la fig. 17 (Pl. v), qu'un *Spirillum* primitif (ϵ^1_a), en effaçant son tour de spire, et en se segmentant, peut donner deux *Vibrio* (δ^2, δ^2_a). Il est même probable que la chaîne de petits *Vibrio* (δ^1, δ^1_a) qui termine, à l'autre extrémité, ce même filament, n'était primitivement qu'un seul *Spirillum* à plusieurs tours, qui s'est ultérieurement segmenté. Le filament de la fig. 14 semble justifier cette interprétation d'une manière plus claire encore. Avant l'action des réactifs colorants, ce filament ressemblait à un long *Spirillum* à cinq tours de spire. Après l'action de ces réactifs (1), il s'est montré décomposé en ses différents éléments, tels que l'indique la figure. On voit qu'il est formé, en grande partie, d'une chaîne de *Spirillum* à tours de spire effacés ($\epsilon^1, \epsilon^1_a, \epsilon^1_b$) ; tandis que les derniers tours de spire comprennent des *Vibrio* (δ^2, δ^2_a) provenant manifestement de *Spirillum*, analogues aux premiers. De même, le filament de la fig. 18 (Pl. v), qui, avant l'action

(1) Nous rappelons notre procédé :

1° Colorer, à l'aide d'une solution aqueuse d'une couleur d'aniline (violet de méthyle, fuchsine, vésuvine) ;

2° Laver, à l'eau distillée ;

3° Faire passer une goutte de la solution iodo-iodurée de RANVIER ;

4° Monter dans la glycérine iodo-iodurée.

des réactifs, ressemblait aussi à un *Spirillum*, s'est montré, après leur action, constitué d'une chaîne de petits *Vibrio* à courbures alternantes (δ^2), réunis par de courtes brides membraneuses. Ces petites chaînes spiralées, formées de *Vibrio* ainsi réunis, conduisent aux longs chapelets flexueux et entrelacés, tels que celui de la fig. 19 (Pl. v), qui sont de véritables *Spirochæte*. — Les longs *Spirochæte* que nous avons, maintes fois, rencontrés au milieu des autres formes de filaments de *B. osteophilum*, sont constitués par de petits *Vibrio* en virgule, ou mieux en croissant, qui ne diffèrent en rien des *Vibrio* de ces filaments que nous venons de décrire. Il y a tout lieu de croire qu'ils appartiennent à *B. osteophilum*.

Comme formes curieuses de filaments, nous avons encore à signaler les deux formes que nous avons représentées, fig. 20 et 21 (Pl. v). Ces formes, par la disposition entrelacée des deux branches qui les constituent, rappellent la forme décrite, chez les algues Cyanophycées, sous le terme de *Spirulina*. Dans le filament de la fig. 20, les éléments sont tous égaux, et en *Vibrio* assez longs (δ^2). Dans le filament de la fig. 21, les formes sont plus variées : on y voit des *Spirillum* (ϵ^1), des *Vibrio* (δ^1 , δ^3) et même des *Bacterium courts* fusiformes (γ^4).

Les dimensions des éléments courbes et spiralés sont aussi variables que pour les éléments rectilignes. La largeur est la même que pour ceux-ci, c'est-à-dire qu'elle oscille entre $0,5 \mu$ et $0,8 \mu$, en général, mais peut aller jusqu'à 1μ et au delà. Il suffit de jeter les yeux sur le filament de la fig. 16 (Pl. v), pour voir la différence notable qui existe entre la largeur des éléments de l'une des extrémités, en δ^1 , par exemple, et celle des éléments de l'autre extrémité (ϵ^2_a).

La longueur est ici, comme pour les éléments rectilignes, en rapport avec la largeur. Dans les figures, nous avons indiqué les trois principales longueurs de *Vibrio*, par des exposants différents (δ^1 , δ^2 , δ^3). — Les amateurs de néologismes, en terminologie, auraient beau jeu, ici, de créer des termes nouveaux, pour ces trois principales formes de *Vibrio*, de même que l'on a donné des noms différents aux trois principales formes rectilignes d'éléments bactériens : *Leptothrix*, *Bacillus* et *Bacterium*. — Ces longueurs égalent deux à trois fois la largeur des éléments, chez les plus courts *Vibrio* (δ^1) ; trois à cinq fois, chez les *Vibrio* intermédiaires (δ^2) ; cinq à dix fois,

chez les plus longs (δ^3). Les plus courts (δ^4), ont donc une longueur de 1,5 à 2,5 μ ; et les plus longs (δ^3) de 2,5 à 5 μ et au delà.

Les longueurs des *Spirillum* de *B. osteophilum* sont des plus variées. Nous en avons observé, qui avaient jusqu'à trois tours de spire : nombre que certains *Spirillum* pourraient, sans doute, dépasser. Les plus longs (ϵ^2 , fig. 12 — Pl. v) ont de 14 à 15 μ ; les plus courts (ϵ^4_a , fig. 16 — Pl. v), de 3 à 4 μ . Enfin, la hauteur des spires varie beaucoup également, non-seulement chez deux *Spirillum* de filaments distincts, mais encore chez deux *Spirillum* du même filament. — Donc, cette hauteur de spire ne peut être donnée comme caractère spécifique. — Chez les uns, elle est seulement de 3 à 4 μ (fig. 16 — Pl. v); tandis que, chez d'autres, elle peut atteindre jusqu'à 5 et 6 μ (fig. 14 — Pl. v).

Quant à la forme générale des éléments courbes et spirales, on peut remarquer : 1° que les spires des *Spirillum* sont moins arrondies que chez les *Spirillum* décrits sous les noms de *S. undula* et *S. volutans*; 2° que la largeur est toujours moins considérable; 3° enfin, que les extrémités, au lieu d'être arrondies, sont, au contraire, effilées en pointe assez aiguë. Il n'est donc pas possible de confondre ces différents *Spirillum*, même quand on les trouve isolés. — Il n'en est pas de même pour certaines autres formes en *Spirillum*, trouvées jusqu'à ce jour, telles que : *Spirillum rugula* O. F. MÜLLER, *Spirillum serpens* O. F. MÜLLER, *Spirillum tenue* EHRENBERG, etc. : les distinguer est une tâche très difficile, et qu'il serait même téméraire d'ébaucher actuellement.

Les caractères des éléments en *Vibrio* de *B. osteophilum* sont peut-être encore plus nets que ceux des *Spirillum*. Ce sont principalement les plus courts (δ^4 , fig. 19 — Pl. v), qui ont un aspect particulier, difficile à confondre avec celui des autres *Vibrio* connus. Chez *B. osteophilum*, l'élément en *Vibrio* a une forme en croissant nettement accusée (1). Les deux extrémités sont également effilées

(1) Cette forme de *Vibrio*, en croissant, a été observée à plusieurs reprises. Sans parler de celui que nous avons décrit chez *B. Balbianii*, ni de celui que l'on trouve dans le tartre dentaire, et qui est connu depuis ROBIN (534) et MILLER (418), ainsi que dans le fromage avancé DENEKE (158), un *Vibrio* à peu près analogue à celui de *B. osteophilum* a eu un relentissement éclatant. Sous la dénomination de *Bacille en virgule*, chez nous, de *Komma*, chez les Allemands, de *Comma*, chez les Anglais, cette forme a été trouvée, par R. KOCH (338), dans les selles de cholériques, et regardée par lui comme caractéristique, et comme l'agent actif du choléra asiatique. FINKLER et PRIOR (213) ont trouvé

en pointe très aiguë, de sorte que la partie centrale de l'élément est bien plus épaisse, comme chez les éléments fusiformes rectilignes. Enfin, des deux faces courbes, la face convexe est presque toujours beaucoup plus nettement courbe que la face concave.

Tels sont les différents aspects que prend *B. osteophilum*, à l'état filamenteux. Nous pensons avoir assez nettement démontré, chez cette espèce, non-seulement l'existence des formes rectilignes, courbes et spiralées, mais encore les passages qui unissent ces différentes formes les unes aux autres.

Quelles sont les influences et les conditions de milieu qui déterminent ces changements de forme ? Voilà une question, certainement très intéressante à élucider, mais qui est tout entière du domaine de la physiologie. Ce que nous pouvons affirmer, c'est que, à une température relativement basse, ne dépassant pas $+ 10^{\circ} \text{C.}$, les filaments à formes rectilignes sont les plus abondants. Au contraire, dès que la température s'élève un peu plus, et que la végétation de *B. osteophilum* devient plus active, les formes spiralées remplacent peu à peu les formes rectilignes. Les formes spiralées apparais-

un *Vibrio* à peu près identique, du moins au point de vue morphologique, dans le choléra-nostras. La forme *Vibrio* de *B. osteophilum* se distingue, même à première vue, du « *Bacille-virgule* » de KOCH, ainsi que de celui de FINKLER et PRIOR. Ces derniers *Vibrio*, en effet, ont les extrémités mousses, et non effilées, et une incurvation un peu moins prononcée. Les dimensions sont à peu près les mêmes. — PETRONE (497) signale, pour le *Vibrio* de KOCH, l'existence de « *Spirilles en vrilles* », formés par des virgules placées bout à bout. Il les considère comme des bactéries-mères, les virgules étant les bactéries-filles. En d'autres termes : les virgules dériveraient des Spirilles. Nous avons vu que c'est également le cas, pour *B. osteophilum*. Les vrilles dont parle PETRONE ont d'ailleurs beaucoup d'analogie avec nos *Spirochæte* (fig. 19, Pl. V). BABES (26) a également observé, chez le *Vibrio* de KOCH, des « *Spirilles* » composés de « *virgules* » juxtaposées. Ces différentes formes ont été aussi observées par VAN ERMENGEM (197). Quant au *Vibrio* de FINKLER-PRIOR, il ne se distingue de celui de KOCH que par l'aspect extérieur de ses colonies, en culture sur la gélatine. Cette forme *en virgule* ou *en croissant* a encore été rencontrée par bien d'autres observateurs. MALASSEZ (395) l'a trouvée dans les selles dysentériques; MADDOX (394), dans un réservoir d'eau; TREILLE (606), dans la diarrhée de Cochinchine; STRAUS (582), dans la leucorrhée et les sécrétions du cancer utérin; HÉRICOURT (289), dans les eaux de la Basse-Deûle, à Lille; NICATI et RIETSCH (446), dans les matières fécales normales de l'homme et des animaux. Nous ajouterons encore les différents *Vibrio* trouvés par WEIBEL (631) dans le mucus nasal et l'infusion de foin, le *Vibrio Metschnikovi* décrit par GAMALEÏA (241 bis) dans la gastroentérite cholérique des oiseaux et ceux que METSCHNIKOFF (413) a observés parmi les formes qu'affecte son *Spirobacillus Cienkowskii*. Enfin KARLINSKI (305 bis), chez *Bacillus murisepticus pleomorphus*, et ROSENFELD (543), chez un *Komma-Bacillus* du pus de l'empyème, ont également noté cette forme de *Vibrio*.

sent, en général, quand la fermentation des liquides de culture commence à s'accroître. Il faut aussi remarquer que ces formes spiralées annoncent généralement l'approche de l'état dissocié. Voilà pourquoi peut-être les formes spiralées sont assez rares à rencontrer, associées aux formes rectilignes sur un même filament. La forme spiralée est surtout une forme active : on la rencontre isolée, à l'état libre, plutôt que dans les filaments. Cette torsion que présentent les éléments, à un certain moment de leur existence, paraît être liée à la déhiscence des filaments, et faciliterait cette déhiscence. Et de fait, si l'on consulte les figures où nous avons représenté quelques-uns de ces filaments à éléments spiralés ou courbes, on verra que les éléments, presque toujours, sont, non plus contenus dans l'intérieur de la gaine, mais juxtaposés bout à bout, unis par de minces brides membraneuses, et comme tout prêts à se dissocier.

ÉTAT DISSOCIÉ.

Comme pour *B. Balbianii*, l'état dissocié consiste ici dans la mise en liberté des différents éléments que nous avons étudiés à l'intérieur des filaments végétatifs. Cet état se produit suivant certaines conditions et circonstances de milieu : en général, quand ce milieu est riche en matériaux, et aussi quand la température est un peu élevée (de $+ 10^{\circ}$ à 20° C.). Nous verrons plus loin que la question de milieu nutritif y est aussi pour beaucoup. C'est ainsi que dans les milieux riches en matières organiques (dans la gélatine et la gélose nutritives, par exemple), l'état de dissociation se montre presque à l'exclusion de tout autre état.

Dans les cultures à l'air libre et dans des macérations d'os gras, cet état s'observe dès les premiers jours de culture, et parallèlement à l'état végétatif. Si la température reste assez basse, et ne dépasse pas $+ 10^{\circ}$ C., on arrive alors à étudier facilement le passage de l'état filamenteux à l'état dissocié. D'abord, le filament, au lieu de garder sa direction à peu près rectiligne, devient de plus en plus tortueux et flexueux, ce qui indique déjà un certain mouvement général. Puis, la segmentation des éléments contenus dans les filaments devient plus active. En même temps, la gaine, de plus en plus lâche, se laisse distendre par les éléments et s'étire par le fait même de leur propre accroissement. C'est alors surtout qu'on voit ces chapelets d'éléments

fusiformes juxtaposés bout à bout en chaînes plus ou moins flexueuses, et séparés seulement entre eux par de minces brides membraneuses. — Enfin, les éléments situés aux extrémités commencent à se montrer animés de quelques mouvements, qui se communiquent bientôt à tout le filament. Certains éléments, plus actifs que le reste de la masse, se détachent bientôt, et vivent dès lors à l'état isolé, puis sont suivis par les autres éléments, qui achèvent ainsi la désagrégation complète du filament: Cette succession dans les phases du passage d'un filament, de l'état filamenteux à l'état dissocié, n'est pas simplement théorique. Nous l'avons observée en *cellule close* formant chambre humide, pour un grand nombre de filaments. Le filament représenté fig. 23 (Pl. v), par exemple, était un filament primitivement immobile, et presque rectiligne, qui, peu à peu, s'est infléchi en différents sens, et, au bout de une heure et demie à deux heures, à la température de $+ 25^{\circ}$ C., a commencé à opérer sa désagrégation par les éléments en *Bacterium* court (γ^4) d'une de ses extrémités. Ce filament est surtout intéressant, parce qu'on y trouve, associées aux formes rectilignes, des formes courbes (δ^1 , δ^1_a , δ^1_b) et spiralées (ε^1). Le filament de la fig. 22 (Pl. v) est également un filament sur le point de passer à l'état dissocié, et montre, comme le précédent, des *Bacterium* (γ^3 , γ^3_a , γ^3_b , γ^4) unis à des *Vibrio* (δ^2).

Le filament en *Streptobacterium* de la fig. 28 (Pl. v), uniquement formé d'éléments rectilignes (*Bacillus* β^1 — *Bacterium* γ^1 , γ^1_a , γ^2) de différentes longueurs et aussi de diamètres transversaux inégaux, s'est de même désagrégé complètement en ses différents éléments, en une demi-heure à peine, à la température de $+ 25^{\circ}$ C.

Ainsi donc, les mêmes filaments que nous avons étudiés à l'état filamenteux peuvent passer à l'état dissocié, et se désagréger ensuite en leurs différents éléments. Nous avons présenté, dans les différentes figures 24 à 30 (Pl. v), les diverses formes d'éléments rectilignes courbes et spiralés, à l'état dissocié, et complètement isolés. On reconnaîtra qu'elles sont identiques aux formes que nous avons décrites dans les filaments.

La fig. 27 représente des *Leptothrix* (α^1 , α^1_a , $\alpha^1_{,,}$) et des *Bacillus* (β^1 , β^1_a). Les fig. 24 et 25 représentent les trois formes de *Bacterium*: *Bacterium* long, (γ^1 γ^1_a), *Bacterium* de moyenne longueur (γ^2) et *Bacterium* court (γ^3 , γ^4).

La fig. 26 montre deux *Streptobacterium* (A et B), formés d'une

chaîne de quatre *Bacterium* ; tandis que la fig. 28 montre un *Streptobacterium* plus long, déjà décrit, à cinq éléments de différentes longueurs : un *Bacillus* (β^1) et des *Bacterium* de diverses tailles (γ^1 , γ^1_a , γ^2).

Dans la fig. 29, on voit les différentes phases de la segmentation d'un *Spirillum*, étudiées à la *chambre humide*. En *I*, le *Spirillum* (ε^1) ressemble à ceux que nous avons déjà étudiés, en ε^1 (fig. 16), par exemple : son tour de spire est effacé. En *II*, une première segmentation divise le *Spirillum* primitif en deux *Vibrio* assez longs (δ^3 , δ^3_a), à courbure alterne. Enfin, en *III*, chacun de ces deux *Vibrio* a donné deux *Vibrio* plus courts (δ^2 , δ^2_a). Cette observation montre, une fois de plus, que le *Spirillum* peut donner des *Vibrio*, ainsi que nous l'avons d'ailleurs déjà démontré plus haut (p. 95), pour les éléments de l'état filamenteux. La fig. 30 montre les différentes formes de *Vibrio*, déjà décrites (δ^1 , δ^2 , δ^3).

Il est inutile d'insister plus longuement sur les formes d'éléments que l'on rencontre à l'état dissocié. Toutes celles que nous avons décrites plus haut, dans les filaments, peuvent passer par cette phase. D'un autre côté, tout ce que nous avons dit sur les éléments constitutifs de ces filaments, au sujet de leurs dimensions et de leur forme générale, s'applique également aux mêmes éléments devenus isolés et libres. Ceux-ci ne diffèrent des premiers que par leur mobilité. Ces mouvements sont d'autant plus prononcés que les éléments sont plus courts et que la fermentation des liquides de culture est plus active.

Avant de terminer l'étude des différents éléments que l'on trouve à l'état dissocié, il est intéressant de parler de l'évolution de quelques-uns des éléments en *Vibrio* (δ^1). Ces éléments, à certains moments de leur développement, surtout au moment où ils vont passer à l'état *zoogléique*, subissent, dans leur forme, des modifications importantes. Ils commencent par devenir un peu plus gros, en même temps qu'ils s'immobilisent à la surface du liquide de culture ; puis leur surface concave redevient plane, de manière à présenter l'aspect d'une lentille plan-convexe (δ^1_a fig. 31, — Pl. v). L'élément grossit encore et prend ensuite la forme véritable de virgule : l'une des extrémités restant pointue, et l'autre s'arrondissant (δ^1_b , Fig. 31, Pl. v). Lorsque celle-ci s'émousse complètement,

on obtient presque un élément en *Bacterium* ovalaire ou elliptique (δ^4_c).

Les formes (δ^4_d , δ^4_e Fig. 31,) sont des *Vibrio* ayant suivi la même évolution ; mais ils se sont segmentés en même temps et ont fini par donner deux éléments elliptiques accouplés (δ^4_g).

Nous retrouverons ce passage de la forme *Vibrio* à la forme *Bacterium* elliptique court, en parlant de l'état zooglétique (1).

Ce qui importait surtout, c'était de montrer le passage de l'état filamenteux à l'état dissocié, et de prouver, en outre, que les éléments de formes diverses qu'on y rencontre, dans les filaments, peuvent, à un moment donné, s'en échapper et vivre à l'état mobile et isolé.

ÉTAT ENCHEVÊTRÉ.

Sous cet état, les filaments végétatifs qui ont acquis une certaine longueur replient leurs extrémités l'une vers l'autre, et les deux parties ainsi formées, s'enroulant l'une autour de l'autre, déterminent bientôt un enchevêtrement des plus élégants. Le filament représenté figure 19 (Pl. v), uniquement composé d'éléments en *Vibrio* court (δ^4), est un filament sur le point de passer à l'état enchevêtré. Si plusieurs filaments, en même temps et au même point, viennent ainsi à entremêler leurs mailles, on arrive bientôt à avoir des masses de filaments compactes, représentant des écheveaux entrelacés, assez analogues aux masses enchevêtrées déjà signalées chez *B. Balbianii* (p. 68).

Nous figurons ici quelques-unes de ces masses enchevêtrées.

En A (Fig. 1 ci-contre), la plupart des filaments sont à éléments rectilignes (*a*, *b*, *c*) ; quelques-uns, sous forme de longs *Spirochaete*, composés de petits *Vibrio* placés bout à bout (*d*, *e*). Ces différents filaments commencent à se disposer en une sorte d'*essaim*, mais sans ordre bien déterminé. En B, l'état enchevêtré est complet, avec sa forme et son aspect caractéristiques. Au centre, les filaments en vrille, qui le constituent presque entièrement, dessinent un élégant réseau, dont les mailles représentent des courbes

(1) BABES (26), parmi les « virgules » cholérigènes, a rencontré des éléments, dont une extrémité était arrondie, comme nous le signalons ici.

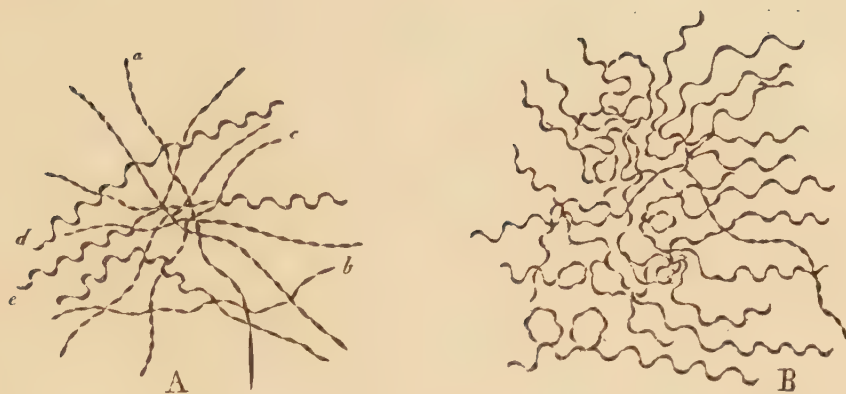


Fig. 1. — État enchevêtré de *B. osteophilum*. — A, stade du début ; B, stade final.
(Gross. 600 D. — Obj. n° 9. — Ocul. n° 3. — VÉRICK).

entremêlées dans toutes les direction. A la périphérie, les mailles sont plus lâches : les extrémités des filaments finissent par déborder et semblent rayonner tout autour de l'essaim (1) central.

En A et en B (Fig. 2 ci-jointe), nous avons représenté le mode



Fig. 2. — Passage de l'état enchevêtré de *B. osteophilum*, vers l'état dissocié (A) ; vers l'état zooglétique (B). — (Gross. 600 D. — Obj. n° 9. — Ocul. n° 3. — VÉRICK).

(1) Nous avons souligné, avec intention, le mot *essaim*. C'est un terme employé par un grand nombre de bactériologues, comme synonyme de *Zooglée*. Nous renvoyons à notre tableau de terminologie, pour la définition rigoureuse que nous acceptons comme seule vraie du terme *Zooglée* (p. 27).

de désagrégation de deux de ces essaims : l'un *A*, vers l'état dissocié ; l'autre *B*, vers l'état zoogléique. En effet, le premier (*A*) est formé presque uniquement d'éléments courbes disposés en vrilles. Les différents *Vibrio* qui constituent ces filaments en vrilles, se sont presque désunis et vont devenir autant d'éléments libres et mobiles. D'ailleurs, tout autour de cet essaim, on voit un grand nombre d'éléments en « *croissants* », qui étaient actifs avant la fixation par les réactifs colorants. Le second essaim (*B*), où prédominent les filaments à éléments rectilignes, montre bien encore un des essaims précédents en voie de désagrégation. Tous les filaments semblent diverger d'un centre commun (*a*), véritable *centre de dispersion*. Quelques-uns même (*c, d*) sont déjà entourés d'une capsule gélatiniforme très nette, indice caractéristique du passage à l'état zoogléique. Nous étudierons plus loin, et plus en détail, cette transformation.

Il nous suffit, pour l'instant, de montrer que l'état enchevêtré est ici, comme chez *B. Balbianii*, un état particulier, qui peut évoluer, tantôt vers l'état dissocié, tantôt vers l'état zoogléique. L'ensemble de nos observations et de nos expériences n'est pas suffisant pour nous permettre d'indiquer sous quelles influences exactes, et sous quelles conditions, cette évolution se fait plutôt vers l'un ou vers l'autre état. Cependant nous pouvons affirmer qu'ici, comme on l'a déjà constaté chez *Bacillus anthracis* et *B. subtilis*, les masses enchevêtrées les plus considérables se rencontrent dans le fond des liquides de culture ; et que là, loin d'évoluer vers un autre état, elles se développent quelquefois d'une façon considérable, et même au point de se distinguer à l'œil nu, sous forme de flocon laiteux et nuageux.

A la surface, au contraire, ces masses enchevêtrées sont bien moins considérables et essentiellement instables et changeantes. Elles ne restent pas longtemps sous forme d'écheveaux de filaments entrelacés. Elles se désagrègent rapidement, pour évoluer vers l'état dissocié de chacun de leurs éléments, quand la fermentation est assez active et la température un peu supérieure à + 10° C. Si la température s'élève davantage (+ 20° à 25° C., par exemple), c'est plutôt vers l'état zoogléique qu'elles évoluent. Il suffit, en effet, de placer quelques-unes de ces masses enchevêtrées à l'étuve

à incubation , à $+ 25$ à 30° C., pour les voir se désagréger, en moins de 24 heures, et obtenir les zooglées typiques.

Nous ferons, d'ailleurs, remarquer que, pour atteindre l'état zoogléique, les éléments d'un filament doivent forcément se désagréger de leurs filaments générateurs, et, en conséquence, passer par l'état dissocié. L'état enchevêtré est donc un véritable état intermédiaire entre ces deux états ultimes du développement des Bactériacées.

ÉTAT ZOOGLÉIQUE.

L'état zoogléique de *B. osteophilum*, que nous allons décrire maintenant, est, de même que pour *B. Balbianii*, des plus caractéristiques.

C'est à la surface des macérations d'os gras que l'on peut suivre, non-seulement les stades successifs de cet état zoogléique, mais encore sa genèse, c'est-à-dire son mode de formation et son développement.

Cette formation est également en rapport avec la température. C'est ainsi que, à une basse température, de $+ 5$ à 10° C., on n'observe que l'état filamenteux ou l'état dissocié. Si la production de zooglées finit par s'opérer dans ces conditions, ce n'est que très tardivement et d'une façon incomplète. En été, au contraire, l'état zoogléique se manifeste dès les premiers jours de la mise en culture. Enfin, si l'on veut, en 48 heures, obtenir une riche végétation zoogléique, il suffit de placer les liquides de culture à l'étuve-incubateur, à $+ 30-35^{\circ}$ C.

Le développement zoogléique se fait alors avec une rapidité et une énergie telles que, en deux ou trois jours, la surface tout entière des vases de culture est recouverte d'une pellicule épaisse de un à deux millimètres, d'un blanc laiteux opalin, adhérente à la paroi; on y trouve uniquement et exclusivement des masses zoogléiques d'un aspect et d'une forme caractéristiques, que nous décrivons bientôt.

Commençons par étudier la genèse de cet état zoogléique. C'est surtout, nous l'avons déjà dit, en suivant la désagrégation des masses enchevêtrées qu'il est facile de se rendre compte de la for-

mation de l'état zoogléique. D'un point central, ou *centre de dispersion*, les différents filaments qui s'enchevêtraient d'abord les uns dans les autres, divergent dans toutes les directions, et d'autant plus facilement que la température est plus élevée. Les différents éléments, rectilignes, courbes ou spirales, dont ils se composent, s'isolent bientôt les uns des autres et s'entourent d'une capsule gélatiniforme pour faire partie définitivement de l'état zoogléique. Quant aux filaments isolés de l'état filamenteux ou de l'état dissocié, leur passage à l'état zoogléique suit, à peu de chose près, le même processus. Il faut toujours que ces filaments soient à la surface. Là, ils deviennent immobiles, se segmentent rapidement en éléments de plus en plus petits, s'entourent d'une enveloppe gélatiniforme, et suivent, plus tard, la même évolution que les premiers.

Entrons maintenant dans plus de détails et analysons plus intimement le mode de formation de l'état zoogléique. La figure 8 (Pl. VI) montre la première phase de cette évolution, au bout de vingt-quatre heures de culture.

Dans un petit cristalliseur contenant environ vingt centimètres cubes d'eau de fontaine, simplement filtrée, on place un os ou morceau d'os revêtu de sa couche graisseuse. Le cristalliseur, recouvert d'une couche d'ouate stérilisée, est mis à l'étuve-incubateur, à la température de $+ 35$ à 36° C. Au bout de vingt-quatre heures, la surface tout entière du liquide de culture se montre recouverte d'une pellicule mince, d'apparence laiteuse, peu épaisse, mais déjà adhérente à la paroi du cristalliseur. On y trouve encore quelques filaments, un grand nombre d'éléments de formes diverses, dissociés, isolés, mais déjà immobiles; enfin, quelques masses enchevêtrées, compactes, mais la plupart en train de se désagréger sous forme de centres de dispersion. C'est un de ces aspects que nous avons représenté, fig. 8 (Pl. VI). En A, B, C et D, se trouvent quatre *centres de dispersion*. Autour du centre A, le plus important, rayonnent quatorze filaments ou tronçons de filaments, à un stade plus ou moins avancé de leur formation zoogléique. Quelques-uns, tels que les filaments II, IV et V (de même que les filaments I et III du centre B) ressemblent encore aux filaments végétatifs que nous avons décrits; on y voit des séries d'éléments de formes diverses (rectilignes, courbes et spirales), placés bout à bout. Mais le plus grand nombre sont déjà entourés d'une mince enveloppe ou

capsule gélatiniforme. Parmi ces filaments, les uns, tels que *I*, *VI*, *VIII*, *X*..., sont complètement entourés d'une capsule allongée, ininterrompue suivant toute leur longueur; d'autres ont une capsule festonnée, mais encore ininterrompue (*XI*, *XII*); d'autres, enfin, ont une capsule qui entoure chacun des éléments constituant le filament primitif ou des groupes d'un petit nombre d'éléments (*VII* — *c*, *d*, *e*, *f*). Si l'on veut étudier, à un plus fort grossissement, ce passage des filaments à l'état zooglétique, on n'a qu'à se reporter à la figure 13 (Pl. VI). D'un centre de dispersion *A* partent trois filaments, *AB*, *AC*, *AD*, ayant primitivement chacun leur capsule gélatiniforme complète, et qui, en deux heures, à la chambre humide, et à la température de + 30 à 35° C., se sont peu à peu segmentés en éléments de plus en plus courts, et encapsulés, comme l'indique la figure. Nous reviendrons d'ailleurs plus loin, et plus en détail, sur ce mode d'enveloppement capsulaire. Auparavant, il est préférable de décrire le mode de groupement des filaments et de leurs éléments, et de montrer comment ils arrivent à constituer des masses de plus en plus confluentes, jusqu'à la forme zooglétique parfaite et définitive.

Ainsi qu'on peut le voir, sur les filaments *AB*, *AC*, et surtout sur le filament *AD* de la figure 13 (Pl. VI), la direction plus ou moins rectiligne d'un filament passant à l'état zooglétique ne subsiste pas longtemps. Il se fragmente bientôt en différents tronçons, précisément aux points où existaient antérieurement les brides membraneuses dont nous avons souvent parlé. Puis, chacun de ces tronçons s'entoure d'une membrane capsulaire gélatiniforme, ayant la forme générale des éléments qu'elle englobe, mais dont le diamètre transversal peut égaler deux et trois fois le diamètre même de ces éléments. Cette capsule, d'abord peu sensible aux réactifs colorants, le devient davantage à mesure qu'elle s'accroît et que le processus zooglétique fait lui-même des progrès. Un filament initial peut ainsi se fragmenter en deux tronçons, puis en quatre, huit, et même davantage : chacun de ces tronçons étant enveloppé par une capsule spéciale, et renfermant une série d'éléments généralement assez courts.

Du sort ultérieur de ces tronçons, de leur mode de groupement et de leurs rapports les uns avec les autres, va dépendre la forme spéciale que prendra peu à peu la zooglée définitive de *B. osteophilum*.

Et d'abord, ces différents tronçons vont insensiblement s'écarter les uns des autres; et, en général, tous d'un même côté et dans le même sens, soit à droite, soit à gauche de l'observateur. En même temps, chaque tronçon, par son extrémité inférieure, se rapproche du tronçon qui le précède, en même temps qu'il semble glisser le long de ce tronçon, tandis que l'extrémité supérieure s'en écarte de plus en plus et s'incline légèrement vers la base du filament primitif. Si cette disposition se répète pour chaque tronçon, on obtient un ensemble dont l'aspect rappelle assez le mode de dichotomisation dit *scorpioïde*. Tel est le groupement de tronçons représenté ci-contre (Fig. 3).

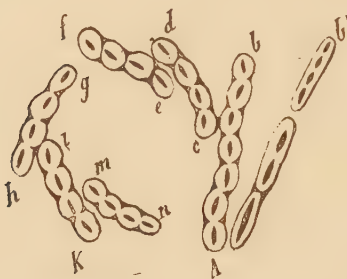


Fig. 3. — État zooglétique de *B. osteophilum*. Stade *scorpioïde*, à éléments rectilignes. — (Gross. 600 D. — Obj. n° 9. — Ocul. n° 3. — VÉRICK).

On y voit deux tronçons Ab et Ab' , qui divergent du centre de dispersion A . Le second Ab' est formé de trois séries d'éléments ayant chacune sa capsule. La disposition générale rectiligne est encore presque entièrement conservée. Le tronçon Ab , au contraire, fait partie d'un filament primitif, d'abord également rectiligne, et qui se termine au point n . En réalité, AB n'est

qu'un des tronçons qui proviennent de l'ancien filament initial. Chacun des autres tronçons a une direction générale obliquant à gauche, par rapport à la direction primitive, qui était celle du tronçon Ab . C'est ainsi qu'au point c , le deuxième tronçon (cd) diverge du premier, sous un angle aigu, et s'incurve légèrement vers la gauche, après avoir glissé jusque vers la partie médiane de Ab . Le troisième tronçon (ef) diverge du précédent, après avoir également glissé le long de celui-ci. Le quatrième (gh) non-seulement diverge du précédent, mais son extrémité h s'incline et s'incurve fortement vers le bas.

Cette disposition s'accroît davantage encore pour les deux derniers tronçons (lk et mn) : ceux-ci ont tellement divergé du tronçon précédent, en se rapprochant de la base du filament, que le point n est sensiblement voisin du centre initial de dispersion A . On n'a qu'à

consulter la figure 9 (Pl. VI) pour être frappé de la disposition singulière qu'affectent ces différents tronçons entre eux. Nous insistons tout particulièrement sur ce stade scorpioïde ; car nous l'avons trouvé, d'une manière constante, au début de l'état zoogléique de *B. osteophilum*, et il ne se rencontre pas, ou du moins il n'a encore été ni signalé ni figuré chez aucune autre Bactériacée.

Cette disposition scorpioïde imprime, dès lors, à la zooglée de *B. osteophilum*, une allure toute spéciale et dont on retrouve la trace jusque dans la forme définitive. Si, en effet, on étudie attentivement les figures 8 à 12 (Pl. VI), qui montrent l'évolution successive de cette zooglée, il sera facile de retrouver la direction générale imprimée par ce stade scorpioïde.

Dans la figure 9, on voit deux groupes scorpioïdes bien nets, partant des deux centres de dispersion *A* et *B*. Le premier groupe ne comprend pas moins de 15 tronçons principaux. Chacun d'eux diverge du précédent et s'infléchit progressivement vers la base, à tel point que le tronçon 15 se rapproche singulièrement du centre de dispersion *A*. De même, pour le second groupe, formé de trois filaments primitifs (*I*, *II*, *III*), dont les différents tronçons affectent également la disposition scorpioïde et s'infléchissent vers le centre *B*.

Dans la figure 10, les capsules ont singulièrement augmenté de volume, et la disposition des éléments à leur intérieur a varié en même temps que leur nombre s'est accru. Cependant la forme générale scorpioïde se distingue encore. Le centre de dispersion *A* est bien net ; et les différents tronçons, dont la forme s'est modifiée, divergent les uns des autres, et convergent vers le centre *A*. Enfin, dans la figure 11, où les différentes masses capsulaires se sont plus ou moins agglomérées (*A*, *B*, *C*), il est encore possible de distinguer la trace de cette incurvation spéciale du stade primitif scorpioïde.

Nous venons de voir les rapports qui existent entre les différents tronçons d'un même groupe scorpioïde. Nous allons maintenant décrire les modifications qui s'opèrent dans le tronçon lui-même et sa membrane capsulaire. Nous arriverons ainsi à nous rendre compte de l'aspect extérieur qu'affecte la disposition zoogléique définitive, ainsi que de la nature et de la forme des éléments qu'elle renferme.

Déjà la figure 13 (Pl. VI) donne une idée générale des transformations successives subies par les différents tronçons qui composaient primitivement les filaments issus du centre de dispersion *A*.

Le filament *AB* s'est fragmenté en trois tronçons, dont le premier ne renferme qu'un seul élément en *Leptothrix* (α^1), le deuxième un *Bacillus* (β^1), le troisième deux *Bacterium* assez courts (γ^3). Le filament *AC* s'est fragmenté également en trois tronçons : le premier encore indivis, est un *Spirillum* (ϵ^1) à spire effacée, le deuxième, primitivement formé d'un seul élément, renferme deux *Bacillus* (β^1, β^1_a), encore compris dans une même capsule, mais sur le point de se scinder complètement. Enfin, le troisième montre, dans une même capsule, un *Bacterium* se segmentant ($\gamma^2_{,,}$), et deux autres groupes de *Bacterium* courts (γ^4), provenant évidemment de la segmentation de *Bacterium* primitifs plus longs, analogues à γ^2 . Le troisième filament *AD* ne possède plus que des vestiges de sa direction rectiligne première. Il s'est fragmenté en plusieurs tronçons complètement séparés les uns des autres, et encapsulés, où les éléments sont à un état de segmentation avancé ($\gamma^1, \gamma^2, \gamma^3, \gamma^4$). D'après cette figure, il est facile de comprendre que les filaments primitifs qui divergent d'un centre de dispersion quelconque, ne restent plus longtemps sous la forme filamenteuse. D'abord, chacun d'eux s'entoure d'une gaine capsulaire peu épaisse et peu dense, pour se fragmenter bientôt en autant de tronçons qu'il contient d'éléments. Puis, chaque tronçon s'isole des autres, et acquiert sa capsule propre. Enfin, à l'intérieur des tronçons, les éléments se segmentent, à leur tour, en éléments de plus en plus courts jusqu'au terme ultime de cette segmentation : le *Bacterium court* (γ^4).

La figure I (Pl. VII) est, pour ainsi dire, le complément de la précédente. Non moins instructive, elle nous montre l'évolution d'un tronçon, depuis le début de la formation zoogléique jusqu'à sa forme définitive. Dans le stade 1, le tronçon est encore formé, comme tout à l'heure, d'un seul élément en *Leptothrix* (α^1), entouré d'une capsule peu épaisse et peu accentuée. Au stade 2, le tronçon, d'abord indivis, s'est segmenté en deux éléments plus courts en *Bacillus* (β^1, β^1_a), réunis par une mince bride membraneuse (α). Les deux éléments sont encore contenus dans la même capsule ; mais cette capsule s'étrangle déjà au point de séparation des deux éléments. Au stade 3, les deux éléments précédents se sont segmentés chacun en deux autres encore plus courts, c'est-à-dire en *Bacterium* de moyenne longueur (γ^2, γ^2_a). La capsule gélatiniforme est encore unique ; mais elle se festonne autour de chaque élément.

Au stade 4, les quatre éléments du stade précédent sont complètement isolés ; ils sont entourés chacun d'une capsule qui s'épaissit, et prend davantage les matières colorantes (1). De plus, ces éléments commencent à jouer les uns sur les autres, comme nous l'avons déjà constaté chez *B. Balbianii* (p. 57), et à prendre une direction oblique. Au stade 5, chaque élément se segmente en deux autres plus petits encore, c'est-à-dire en *Bacterium* assez courts (γ^3) : c'est la disposition caractéristique du stade scorpioïde (fig. 9, Pl. vi). Enfin, au stade 6, le tronçon primitif a totalement changé de forme. Les quatre capsules du stade précédent, à direction oblique, ont épaissi considérablement leurs enveloppes. De plus, elles se sont réunies en une capsule unique, allongée, divisée en quatre loges de forme rectangulaire, plus ou moins régulière, par des cloisons, vestiges des parois des capsules primitives. A l'intérieur de chaque loge, existe maintenant quatre éléments en *Bacterium* courts (γ^3), provenant de la segmentation des deux *Bacterium* qui occupaient les capsules du stade précédent. Ces quatre éléments sont disposés dans chaque loge, avec une certaine symétrie, se faisant « vis-à-vis » deux par deux, comme dans les petites capsules zoogléniques de *B. Balbianii*. On retrouve ici encore la disposition typique en *Tétrades* ou en *Merismopedia*. Cette forme n'est donc ici, comme pour *B. Balbianii*, et comme nous l'avons vu aussi chez *B. parasiticum* et *Cladothrix dichotoma*, qu'une phase transitoire de l'état zooglénique. Le stade 7 (A) montre le développement de la capsule générale précédente. La membrane d'enveloppe et les cloisons séparant les quatre loges, se sont encore épaissies, et se colorent vivement par les réactifs. Les loges *a* et *b* montrent encore la disposition en *Tétrades* des éléments. La loge *c* montre deux éléments (γ^3), sur le point de se segmenter, pour aboutir à la disposition en *Merismopedia*. La loge *d* renferme huit *Bacterium* très courts (γ^4), et s'apprête à se diviser en deux loges supplémentaires.

En 7 (B), la capsule générale s'est allongée considérablement ;

(1) L'analogie de nos figures avec celles de TOMASCHEK (604), dans son étude de *Bacillus muralis*, est frappante. Toutefois nous n'avons pas observé, comme lui, la formation et la germination des spores à l'intérieur des capsules. Comparer aussi nos dessins avec ceux de REINKE et BERTHOLD (527), qui figurent une disposition capsulaire absolument analogue chez un *Bacillus* infestant les pommes de terre et qu'ils rapportent à *B. subtilis*. Il est évident que l'on assiste là à un mode de formation zooglénique qui doit être très répandu dans le groupe des Bactériacées.

l'enveloppe gélatiniforme s'est encore épaissie, et la division des éléments, à l'intérieur des quatre loges primitives, s'accroît. Il n'y a plus que la loge *d*, où la disposition en *Merismopedia* soit encore visible. Dans la loge *c*, les quatre éléments primitifs sont sur le point de se segmenter; la loge *a* renferme huit *Bacterium* assez courts (γ^3), et la loge *b* seize éléments en *Bacterium* très courts (γ^4). La succession de ces trois stades (6, 7 (A) et 7 (B)) est nettement visible sur la figure 10 (Pl. VI). Enfin le stade 8 représente deux loges primitives (A et B) d'une des capsules générales des stades précédents, et dont l'agglomération constitue les masses agrégées et lobulées de la forme zoogléique définitive (telles que les masses *EH*, fig. 11. Pl. VI). Ces deux loges réunies sont englobées dans une même enveloppe capsulaire épaisse. L'une d'elles (A) s'est divisée en trois loges secondaires (*a*, *b*, *c*), séparées par de minces travées rectilignes; l'autre (B), en quatre loges secondaires (*a*, *b*, *c*, *d*) disposées en croix, et nettement séparées les unes des autres par des cloisons épaisses. A l'intérieur de chacune de ces loges, on trouve un grand nombre d'éléments en *Bacterium* courts (γ^4). La forme arrondie et la lobulation de ces masses encapsulées (lobulation qui correspond à chaque loge secondaire) donnent à tout cet ensemble une apparence qui le fait ressembler, d'une manière frappante, à des coupes d'acini d'organes glandulaires. Que plusieurs de ces grappes de capsules, assez volumineuses, représentant autant de tronçons de filaments primitifs, viennent à s'agglomérer suivant le mode scorpioïde que nous avons décrit, et l'on aura une zooglée définitive des plus caractéristiques, que nous ne pouvons pas mieux désigner que par le terme : *Zooglée aciniforme* (fig. 11 et 12, Pl. VI).

Quant aux éléments qui sont contenus à l'intérieur des loges secondaires, ce sont des éléments en *Bacterium* court (γ^4), qui, vus à un faible grossissement, paraissent arrondis, et que l'on prendrait pour des *Micrococcus*. L'aspect de ces colonies de *Bacterium* comprises dans une capsule commune ressemble assez, et toujours à un faible grossissement, à cette forme de zooglée qu'on a désignée sous le nom d'*Ascococcus* (1), et dont on a fait un genre de Bactériacées. En réalité, ce seraient plutôt des *Ascobacteria*, suivant la dénomination de M. VAN TIEGHEM (597). De même que pour la forme

(1) Voir le tableau de terminologie générale (p. 27)

Merismopedia, la forme *Ascococcus*, ou *Ascobacteria*, ne saurait avoir ici d'autre signification que celle d'un stade zooglétique.

Tel est le mode de formation de la zooglée de *B. osteophilum*, dans le cas du moins où les formes rectilignes prédominent. Le mode d'évolution est-il le même pour les zooglées où prédominent les formes d'éléments courbes et spiralés ?

Dans les cultures forcées, c'est-à-dire dans celles que l'on obtient en soumettant un liquide de culture à + 30 et 35° C., il y a presque toujours prédominance des éléments rectilignes. Il est pourtant facile de se convaincre que, parmi les éléments des filaments qui passent à l'état zooglétique, dans ces conditions, on rencontre un certain nombre de formes spiralées et courbes. La figure 8 (Pl. VI) montre, en effet, partant du centre de dispersion *D*, un filament (*III*) composé de *Vibrio* (δ^2) et de *Spirillum* (ϵ^1), associés à des *Bacterium* (γ^3). De même, le filament *X*, appartenant au centre de dispersion *A*, renferme, non-seulement deux *Bacterium*, mais encore deux *Spirillum* (ϵ^1), etc... A un plus fort grossissement (fig. 13, Pl. VI), on voit nettement le *Spirillum* ϵ^1 , à spire effacée, partant du centre *A*, et qui faisait primitivement partie du filament indivis *AC*. Ce *Spirillum* est uni à plusieurs éléments rectilignes (*Bacillus* et *Bacterium* de différentes longueurs).

Dans les cultures à l'air libre, qui sont un peu anciennes, et où l'état zooglétique se produit peu à peu, en plusieurs jours, sous l'influence combinée de la chaleur et de la fermentation, quand le milieu est devenu moins nutritif, moins favorable au développement des filaments végétatifs et des éléments dissociés, on trouve plutôt des zooglées avec prédominance des éléments courbes et spiralés. Or, l'évolution zooglétique, dans ce cas, est absolument identique à celle que nous venons de décrire, c'est-à-dire qu'on y retrouve les trois stades principaux : stade de *dispersion*, stade *scorpioïde*, stade *aciniforme*.

Enfin, le mode de division des éléments, leur segmentation en tronçons de plus en plus petits, et leur groupement en masses encapsulées, toute cette évolution est également la même. Nous avons figuré (*II*, Pl. VII, de 1 à 8) les huit stades principaux de cette segmentation des éléments spiralés et courbes et de leur groupement en masses encapsulées, à côté des huit stades correspondants de l'évolution zooglétique des éléments rectilignes. D'abord un

tronçon de filament en *Spirillum* (ϵ^1) se divise en deux *Vibrio* (δ^3 , δ^3_a — 2), et se subdivise en quatre *Vibrio* plus courts (δ^2 , δ^2_a — 3), entourés d'une seule et même enveloppe capsulaire.

Ensuite chaque élément joue sur celui qui le précède, prend une direction oblique, et s'entoure d'une capsule propre (stade 4) où il se segmente, à son tour, en deux éléments (stade 5), puis en quatre, et l'on arrive ainsi à la disposition en *Merismopedia* (stade 6).

Au stade 7, les quatre capsules primitives intimement soudées se sont considérablement développées; elles ont arrondi leurs contours, épaissi leurs parois, et se sont divisées chacune en quatre loges secondaires, ne renfermant toujours qu'un seul élément. Enfin, le stade 8 montre le développement encore plus accentué d'un tronçon pareillement encapsulé, avec des loges secondaires, où l'on voit un grand nombre d'éléments courts en *Vibrio* (δ^4 , δ^4_a , δ^4_b) et en *Bacterium* (γ^4), mêlés les uns aux autres.

On remarquera l'étroite ressemblance qui existe, à ce stade 8, constituant la face aciniforme, entre les groupes *I* et *II*, dont nous étudions l'évolution parallèle. Les *Vibrio* en croissant sont devenus très rares, et presque tous les éléments sont des *Bacterium* courts (γ^4). En effet, les *Vibrio*, dès le stade 4, effectuent leur transformation en *Bacterium*, d'après le mode que nous avons décrit plus haut (p. 103). Ils prennent d'abord la forme de lentilles plan-convexes, puis ils arrondissent une de leurs extrémités, et finalement prennent la forme de petits corps bactériens ovoïdes ou elliptiques, qui ne peuvent plus se distinguer des *Bacterium* courts (γ^4).

Cette transformation prouve, une fois de plus, non-seulement que les éléments de *B. osteophilum* passent par les formes spiralées et courbes, mais encore que ces dernières formes sont très fugaces, et peuvent tantôt provenir de formes rectilignes, tantôt y retourner.

Quant à la disposition générale qu'affectent les différentes phases de l'évolution zooglèique, on peut se convaincre, par les figures 14 et 15, qu'elle ne diffère pas sensiblement de ce que nous avons décrit dans les phases correspondantes de *B. osteophilum*, en cultures forcées. La figure 4 ci-jointe représente le stade de dispersion. Du centre *A* divergent cinq filaments (*I*, *II*, *III*, *IV*, *V*), déjà segmentés en plusieurs tronçons et encapsulés. Les formes spiralées et courbes prédominent, à l'inverse de ce qui se passe dans l'état zooglèique des

cultures forcées. On y voit des *Spirillum* à un plus ou moins

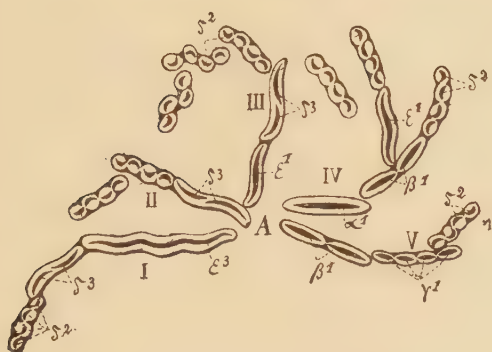


Fig. 4. — État zoogléique de *B. osteophilum*. Stade de dispersion; éléments courbes et spirales prédominants. — (Gross. 600 D. — Obj. n° 9. — Ocul. n° 3. — VÉRICK).



Fig. 5. — État zoogléique de *B. osteophilum*. Stade scorpioïde; éléments courbes prédominants. — (Gross. 600 D. — Obj. n° 9. Ocul. n° 3. — VÉRICK)

grand nombre de spires (ϵ^1 et ϵ^3) et des *Vibrio* de différentes longueurs (δ^2 , δ^3). Mais on peut remarquer aussi des formes rectilignes mêlées aux *Vibrio*. Tels sont les filaments IV et V, où l'on trouve des *Leptothrix* (α^1), des *Bacillus* (β^1) et des *Bacterium* (γ^1), en même temps que des *Vibrio* (δ^2).

Le stade scorpioïde (fig. 5) est aussi caractéristique que celui que nous avons figuré plus haut (fig. 3) pour les éléments rectilignes. Du centre primitif de dispersion A, divergent deux séries de tronçons (I et II), ayant fait partie de filaments continus et rectilignes primitifs. On voit nettement chacun de ces différents tronçons s'écarter vers la droite de celui qui le précède, et s'infléchir progressivement vers le point A.

En même temps, dans cet ensemble, on remarque la plus grande partie des stades de la formation des masses encapsulées, depuis le stade 3 jusqu'au stade 7 inclus : les tronçons a, a', a'', correspondent au stade 3; — b, au stade 4; — c, c', c'' au stade 5; — d, au stade 6; — e, au stade 7.

Enfin, la phase aciniiforme ne peut plus se distinguer de la phase correspondante à éléments rectilignes, puisqu'il arrive un moment où tous les éléments en *Vibrio courts* (δ^1), qui remplissent les loges

secondaires, se sont tous transformés en *Bacterium courts* (γ^k), plus ou moins gros (II, 8 — Pl. VII).

Ici, de même que chez *B. Balbianii*, cette forme ultime de la segmentation des éléments bactériens (le *Bacterium court* ovoïde ou elliptique) est l'élément presque exclusif des zooglées définitives. Cette forme semble donc être la forme la plus constante de tous les éléments bactériens, et elle se retrouve dans tous les états du cycle évolutif des bactériacées : aussi est-ce une des raisons pour lesquelles nous gardons ce terme *Bacterium*, de préférence aux autres (*Leptothrix*, *Bacillus*, *Spirillum* et *Vibrio*), comme terme générique des espèces que nous avons étudiées.

Ce tableau de la genèse et de l'évolution de l'état zoogléique, chez *B. osteophilum*, que nous nous sommes attaché à décrire aussi minutieusement que possible, n'est pas le résultat d'une observation isolée. Si nous nous y arrêtons avec autant d'insistance, c'est que nous l'avons observé un grand nombre de fois, et que nous avons toujours assisté à la succession régulière et constante des mêmes stades. Et cela, par l'un ou l'autre des procédés que nous avons donnés, soit en élevant brusquement la température à + 30 et 35° C., soit en suivant, pas à pas, le développement lent, mais continu, de nos cultures à l'air libre. Un autre procédé très commode nous a permis de suivre ce développement zoogléique plusieurs fois de suite, et dans une même culture. Lorsque la pellicule d'un blanc-laiteux dont nous avons parlé, s'est formée à la surface des liquides de culture, et qu'on y a étudié une première fois l'évolution zoogléique, on submerge cette pellicule, et on la fait tomber au fond du liquide. Dès le lendemain, à la surface, on observe de nouveaux éléments, avides d'oxygène, qui viennent se grouper, et passer de la phase de dispersion à la phase scorpioïde, et enfin à la phase définitive aciniforme. On peut ainsi répéter plusieurs fois la même expérience, et toujours on obtient la même succession de phénomènes, jusqu'au moment où le liquide de culture devenant impropre à toute espèce de développement, cette formation zoogléique s'arrête forcément (1).

(1) Le procédé de coloration qui nous a le mieux réussi pour déceler les détails de la Zooglée aciniforme et son développement, est le même que nous avons décrit plusieurs fois (p. 97 note 1). Si l'on désire avoir une faible coloration, on emploiera de préférence la vésuvine, qui montre nettement les éléments, tandis que l'enveloppe capsulaire est faiblement teintée. Le violet de méthyle 5 B montre bien mieux la capsule ;

C'est par ces observations répétées que nous sommes arrivé à connaître le mode véritable d'évolution de la zooglée de *B. osteophilum*, et à nous convaincre que toutes les phases successives et tous les stades que nous avons décrits, font réellement partie du cycle évolutif de cette Bactériacée.

La phase définitive aciniforme de cette zooglée se rapproche beaucoup des masses zoogléiques que l'on trouve chez trois Bactériacées déjà connues : *Leuconostoc mesenteroïdes*, *Ascococcus Billrothii* et *Clostridium polymyxa*. Enfin, elle présente une analogie frappante avec ce que nous avons décrit dans l'état zoogléique de *B. Balbianii*. En effet, on trouve chez les trois premières, du moins, des zooglées, quelquefois énormes, d'apparence sinuée, bosselée, ou cérébroïdes, de consistance gélatineuse, et parfois même cartilagineuse au point de se laisser sectionner au rasoir. Tout d'abord, les zooglées de *B. osteophilum* n'atteignent jamais cette consistance, ni ce volume énorme ; elles restent à la surface des macérations d'os gras, où, par leur confluence, elles déterminent une pellicule plus ou moins épaisse d'un blanc laiteux. Enfin, d'autres caractères plus précis permettent de distinguer notre espèce. En effet : 1° *Leuconostoc mesenteroïdes* VAN TIEGHEM (593) et CIENKOWSKI (126) acquiert son développement complet dans les mélasses et les liquides sucrés, envahissant les cuves des raffineries, où on le connaît sous le terme de « gomme de sucrerie ». Il se présente sous forme de masses gélatineuses compactes, ressemblant à du « frai de grenouille ». Il se développe également bien sur des tranches de betteraves et de carottes, dans des infusions de carottes, de betteraves et de navets. Or, comme nous le verrons plus loin, nous avons essayé de cultiver de même *B. osteophilum*, et jamais, soit sur des tranches de carottes, de betteraves ou de navets, soit dans des infusions de ces végétaux, nous n'avons réussi à reproduire la forme zoogléique aciniforme, quelle que fût la température à laquelle nous

mais si l'on fait agir trop longtemps ce réactif, on risque de ne plus voir les éléments constitutifs. Pour avoir de bons résultats, il ne faut laisser cette solution colorante que quelques secondes au contact de la préparation, et laver de suite, et plusieurs fois, à l'eau distillée, avant de faire agir l'iode. Enfin, si l'on veut avoir des préparations durables, on arrive, en colorant d'abord à la vésuvine, puis au violet 5 B, et fixant ensuite à l'aide de l'iode, à obtenir des préparations où tous les détails se distinguent avec netteté, et qui peuvent se conserver fort longtemps, montées dans la glycérine iodo-iodurée.

soumettions ces cultures. Bien plus, si on ensemence des tranches de carottes ou de betteraves, ainsi que des infusions de ces racines, avec des zooglées de *B. osteophilum*, on voit, au bout de quarante-huit heures, les différentes capsules, au lieu de se développer, se dissocier, au contraire, et se vider peu à peu de leurs éléments, qui redeviennent libres.

2° *Ascococcus Billrothii* COHN, se développe aussi avec énergie sur des tranches de navets, de betteraves, de carottes. Dans une solution de tartrate acide d'ammoniaque, il forme, à la surface, une membrane blanche assez épaisse, et le liquide devient alcalin. Rien de tout cela chez *B. osteophilum*. Ensemencé avec précaution, et stérilisation préalable des vases de culture, il ne se développe pas dans le tartrate acide d'ammoniaque, dont la solution reste aussi limpide et aussi acide qu'avant l'ensemencement.

D'ailleurs, si l'on compare avec soin la disposition microscopique des masses encapsulées, on verra qu'il y a de grandes différences, surtout dans l'épaisseur des enveloppes gélatiniformes, et aussi dans le mode de groupement des éléments. En effet, les masses zooglées de *Ascococcus Billrothii* sont toujours entourées d'une enveloppe générale, quelquefois très épaisse, qui n'existe pas chez *B. osteophilum*.

3° *Clostridium polymyxa* PRAZMOWSKI, se développe également de préférence sur les tranches de betteraves et de choux-raves cuites. En outre, au moment de la sporulation, il présente la réaction bleue de l'amidon, avec l'iode, comme chez *Clostridium butyricum* (*Bacillus amylobacter* VAN TIEGHEM). Or, jamais *B. osteophilum* ne nous a donné cette réaction. Ce seul caractère suffit pour le distinguer de *C. polymyxa*.

Quant à *B. Balbianii*, nous avons vu que son état zooglée présente aussi une grande analogie avec la phase similaire du développement de *B. osteophilum*. Néanmoins, bien qu'il y ait, surtout au début et de part et d'autre, étroite ressemblance, particulièrement au point de vue de la disposition des capsules, de la formation du stade *Merismopedia*, etc., les deux formes définitives : cérébroïde chez l'un, aciniforme chez l'autre, n'ont entre elles qu'une analogie superficielle qu'un œil exercé ne saurait confondre. Nous rappelons que les zooglées de *B. Balbianii* sont chromogènes et se cultivent très bien sur gélose nutritive et sur pommes de terre, tandis

que celles de *B. osteophilum* sont incolores ou plutôt blanc-opalin, et ne peuvent se développer, du moins à l'état zoogléique, sur les milieux solides que nous venons de citer. Enfin les éléments capsulaires chez *B. Balbianii* finissent par se transformer en vrais *Micrococcus*, ce que nous n'avons jamais vu chez *B. osteophilum*.

La zooglée aciniforme que nous venons d'étudier ne saurait donc appartenir à aucune formation zoogléique déjà décrite. En raison de sa prédilection marquée pour les macérations d'os gras, seul milieu où nous soyons parvenu à la cultiver et à l'observer, en même temps que les autres états du cycle évolutif de *B. osteophilum*, nous pensons que cette Bactériacée doit dorénavant conserver la dénomination que nous lui avons donnée.

Nous avons montré le passage des éléments de l'état filamenteux et de l'état enchevêtré à l'état zoogléique, leur mode de désagrégation, la façon dont leurs différents éléments s'entourent d'une capsule gélatiniforme, et l'évolution de la zooglée du début vers la phase ultime aciniforme, en passant par la phase de dispersion et la forme scorpioïde. D'autre part, nous avons prouvé que, dans ces zooglées, on retrouvait des formes rectilignes unies aux formes courbes et spirales, et nous avons indiqué les conditions dans lesquelles il y a prédominance de telle ou telle autre forme d'éléments. Dans tous les cas, la disposition-générale des éléments, ainsi que l'évolution de la zooglée, est toujours la même.

Bacterium osteophilum présente donc un état zoogléique nettement défini; et sa zooglée aciniforme, de même que la zooglée *cérébroïde* de *B. Balbianii*, ne saurait dorénavant être confondue avec aucune autre formation zoogléique.

Formation et germination des spores.

L'état zoogléique termine le cycle évolutif de *B. osteophilum*. Il nous reste à décrire son mode de reproduction par spores endogènes.

L'apparition des spores, dans les éléments de *B. osteophilum*, ne s'est jamais manifestée, pour nous, qu'après plusieurs jours de culture, quand les formes dissociées elles-mêmes ne semblaient plus très actives, quand le milieu nutritif paraissait épuisé ou sur le point de s'épuiser. On trouve alors, mêlés aux filaments végétatifs

et aux filaments mobiles prêts à se dissocier, des filaments singuliers par l'aspect et les allures, et qui subissent, à l'intérieur de leurs éléments, des modifications remarquables.

La forme générale est conservée, c'est-à-dire qu'on trouve des filaments, soit légèrement arqués (fig. 1, Pl. vi), soit un peu sinueux (fig. 2, Pl. vi), soit enfin presque rectilignes (fig. 3, Pl. vi). Ces filaments sont devenus très clairs : même sans réactifs, on distingue leur paroi et leur contenu. Ils sont un peu plus volumineux que les filaments de l'état filamenteux. Enfin, détail remarquable : les éléments qu'ils renferment ne touchent pas la paroi.

Dans les figures 1, 2 et 3 (Pl. vi), les filaments, semblables à des *Leptothrix*, montrent, à leur intérieur, plusieurs corpuscules fortement colorés par les réactifs. Quelques-uns de ces éléments (que nous avons désignés, d'ailleurs, par les lettres γ^2 , γ^3 , γ^4 , comme pour des éléments en *Bacterium*) ressemblent à de vrais *Bacterium*.

Ils sont fusiformes, et allongés plus ou moins. Mais on remarque immédiatement qu'ils ne sont pas aussi volumineux que les éléments en *Bacterium* proprement dits. Ils n'ont de ces derniers que l'apparence : ce sont des *corpuscules bactériiformes*. Par leur segmentation répétée, ils conduisent directement aux petites masses arrondies (θ), que l'on prendrait pour des *Micrococcus*, mais qui sont, en réalité (nous le verrons plus loin), analogues aux *corpuscules cocciformes* de *Clad. dichotoma*, et enfin aux spores réfringentes, plus volumineuses, et à contours épais (θ^1).

Mais ces éléments que, à un faible grossissement, on prendrait pour de véritables éléments bactériens, ne sont, en réalité, que des parties de protoplasma d'anciens éléments bactériens ; et (comme les masses protoplasmiques que nous avons étudiées, chez *Cladothrix*, à l'intérieur des éléments en voie de former des spores), ils évoluent eux-mêmes vers la spore. C'est ce que nous allons démontrer.

D'abord leur sensibilité aux réactifs colorants est extrême, et bien plus grande que celle des éléments bactériens des états précédents : phénomène que nous avons déjà constaté pour les masses protoplasmiques sporigènes de *Cladothrix*. Puis, grâce à leur moindre volume, ils sont isolés de toute part, au milieu des filaments, et ne touchent pas la paroi.

même filament de la figure 16, à côté d'éléments à très mince enveloppe. ne possédant encore aucune rétraction protoplasmique (γ^2 , γ^2_a), on voit deux éléments en *Bacterium* renfermant : l'un (γ^2_b) une spore, l'autre (γ^2_c) deux spores endogènes (θ^1) (1). De même, dans le filament de la figure 1 (Pl. VI), à côté d'un *Leptothrix* (α^1), où l'on trouve mêlés des corpuscules cocciformes (θ) et des spores (θ^1), on a deux *Bacterium* (γ^1 , γ^1_a), ayant chacun, en son centre, une spore endogène (θ^1).

Donc, pas plus ici que pour *Cladothrix*, il ne saurait être question de formation d'*arthrospores*, suivant l'acception de DE BARY (34) (2).

(1) Les détails que nous venons de décrire sur le filament de la fig. 16, ont été constatés au moyen de l'objectif à immersion homogène (n° 12. VÉRICK) et du condensateur d'ABBE. La coloration a été obtenue avec une solution aqueuse assez forte de vésuvine, fixée ensuite par l'iode. Avec le premier agent colorant, on a cet avantage, de n'obtenir jamais une trop forte coloration, même en laissant la matière colorante au contact de la préparation, pendant quelques minutes. D'un autre côté, l'iode décèle les moindres membranes, et nous a permis de distinguer les traces d'enveloppe des anciens *Bacterium*. Les solutions de fuchsine et de violet de méthyle, au contraire, si faibles qu'elles soient, peuvent colorer les préparations au point de masquer complètement les détails, même quand on emploie ensuite l'iode.

(2) D'après l'étude de la formation des spores, 1° chez *Clad. dichotoma*, qui était considéré jusqu'ici comme une Bactériacée *arthrosporée*; 2° chez *B. osteophilum*, où les apparences auraient pu faire croire tout d'abord à une formation également *arthrosporée*, nous arrivons à nous demander si cette distinction, établie par DE BARY, doit encore être maintenue. De l'aveu même de HÜPPE (297), un des plus chauds défenseurs de cette théorie, « le début de la formation de la vraie spore endogène et celui de l'arthrospore montrent le même processus, c'est-à-dire la contraction du plasma, de sorte qu'on peut *morphologiquement* assimiler, sous ce rapport, le contenu de la spore endogène au contenu de l'arthrospore ». Autrement dit : l'arthrospore, au début de sa formation est une endospore ! Nous croyons que c'est là une question de mots plutôt qu'une véritable question de morphologie ou de physiologie. La distinction entre les deux formations de spores, chez les Bactériacées, nous paraît plus subtile que réelle. D'ailleurs, DE BARY (35) lui-même, dans ses « *Leçons sur les Bactéries* », semble déjà pressentir que cette distinction sera de peu de durée : « Cette distinction, dit-il, est-elle légitime, et sera-t-elle durable ? C'est ce que nous ne pouvons dire, pour l'instant. Nos connaissances sont à ce point incomplètes, que nous avons encore à trouver, d'une part, les formations endogènes dans des types où nous ne les connaissons pas, et que, d'autre part, nous ne pouvons affirmer si des faits nouveaux ne viendront pas montrer la vanité de la délimitation, peut-être trop tranchée, que nous posons actuellement. » Enfin, à l'appui de notre opinion, nous ne pouvons mieux faire que d'invoquer celle de PRAZMOWSKI. Dans un travail récent (512) sur la formation des spores chez les Bactériacées, ce savant conclut que, là où la formation de la spore a été étudiée minutieusement, on n'a constaté que la seule forme endosporée. Les Bactériacées dites *arthrosporées* seraient des Bactériacées chez lesquelles leur exiguité n'aurait pas permis de suivre ce phénomène dans toutes ses phases.

Enfin, à côté des éléments contenant des spores, et encore enfermés dans des filaments; à côté des spores libres dans les filaments, on trouve des éléments isolés de l'état dissocié renfermant des spores très nettes. Tels sont les *Bacterium* de différentes longueurs de la figure 4 (Pl. VI) (γ^1_c , γ^1_a , γ^2 , γ^2_a , γ^2_b) et de la figure 5 (1, 2, 3, 4, 5, 6). Les plus courts n'ont qu'une spore, qui peut être au centre de l'élément (fig. 5.—1 Pl. VI) ou à une extrémité (fig. 5.—2, 5. Pl. VI); d'autres en ont deux (γ^2_a , γ^2_b , fig. 4, —3, 4, fig. 5. — Pl. VI), et même trois (γ^1_c , γ^1_a , — fig. 4, et 6, fig. 5. — Pl. VI). Enfin, les éléments rectilignes ne sont pas les seuls qui possèdent des spores; on trouve des *Vibrio* (7, 8, fig. 5, Pl. VI) et des *Spirillum* (9, fig. 5. Pl. VI), qui en contiennent.

Les spores de *B. osteophilum* complètement formées (θ^1) ont 0,5 à 0,8 μ de diamètre. Elles sont régulièrement sphériques, très réfringentes, et entourées d'une exospore épaisse (*Ex.*, fig. 4. — Pl. VI), à contour foncé très accentué.

Pour germer, la spore commence par augmenter de volume (θ^1_a , fig. 4. — Pl. VI); puis elle perd sa réfringence; son exospore se déchire à un de ses pôles, et laisse sortir un petit bourgeon filamenteux (θ^1_b , θ^1_c , — fig. 4. Pl. VI), qui croît de plus en plus sous forme de filament, d'abord indivis, en *Leptothrix* (A et B, α^1 , — fig. 4. Pl. VI), mais qui se segmente rapidement en éléments de plus en plus courts (C, — fig. 4. Pl. VI). On retourne alors à l'état filamenteux déjà décrit, et le cycle recommence.

La fig. 7 (Pl. VI) montre un filament assez long, qui possède encore son exospore, et où l'on voit des formes courbes (δ^3 , δ^3_a), et spiralées (ϵ^1 , ϵ^1_a), mêlées aux formes rectilignes (γ^1).

Nous avons parcouru le cycle évolutif complet de *B. osteophilum*. Nous voyons qu'il comprend la même série d'états que *B. Balbianii*: état *filamenteux*, état *dissocié*, état *enchevêtré* et état *zooglétique*. De plus, comme nous l'avons démontré, dans chacun de ces états: 1° on retrouve associées les formes rectilignes, courbes et spiralées; 2° ces deux dernières formes dérivent des formes rectilignes; 3° enfin, la reproduction se fait au moyen de spores endogènes.

Résultats des cultures pures de *B. osteophilum* dans les milieux stérilisés solides et liquides.

Il nous reste maintenant à exposer les expériences de contrôle que nous avons instituées sur milieux stérilisés, d'après les méthodes rigoureuses de la Bactériologie moderne, afin de corroborer les observations faites dans la première partie de ce travail sur le cycle évolutif de *B. osteophilum*.

Ces expériences étaient rendues nécessaires pour répondre aux critiques qu'on aurait pu nous adresser sur l'insuffisance de l'état de pureté de nos milieux de culture à l'air libre.

Nous avons procédé dans ces différentes cultures comme pour *B. Balbianii*, c'est-à-dire en nous entourant de tous les soins et de toutes les précautions qu'exige ce genre d'expériences. Il est inutile de revenir sur l'énumération de ces détails qui seraient des redites superflues. Nous rappellerons seulement que notre procédé pour obtenir des cultures pures est, ici encore, le procédé *mixte de MIQUEL* (voir p. 48).

Milieux de culture employés.

- | | | |
|-------------------------|---|--|
| | { | a. Milieux transparents : gélatine et gélose nutritives. |
| 1° Milieux solides | | b. Milieux opaques : tranches cuites de pommes de terre, de carottes, de betteraves. |
| | { | Bouillons de bœuf, bouillons artificiels de peptone. |
| 2° Milieux liquides ... | | Décoctions végétales : de foin, de carottes, de betteraves, etc. |

Résumé des expériences.

I. *Cultures sur milieux solides.* — a. *Culture sur gélatine nutritive à 10 %.* — Voyons d'abord l'étude des colonies de *B. osteo-*

philum sur plaques. Comme pour *B. Balbianii*, nous avons abandonné le procédé primitif de R. KOCH sur grandes plaques pour le remplacer par l'étude des colonies sur gélatine renfermées à l'intérieur de boîtes en verre ou dans des tubes à essais à surface nutritive inclinée, suivant l'excellent procédé de Roux (546 bis). Nous décrivons, jour par jour, l'aspect de ces colonies, telles que nous les avons suivies du premier au cinquième jour inclus après l'ensemencement. Pour que ce processus puisse être observé facilement, il est nécessaire d'en retarder le développement, et pour cela il suffit d'opérer à une assez basse température, soit entre $+ 10$ et 13° C. Dans ces conditions, au bout de vingt-quatre heures, les colonies se présentent comme de simples points, plus ou moins arrondis, dont la couleur jaune trouble tranche assez nettement sur le fond jaune transparent de la gélatine (A — fig. 7). Au bout du deuxième jour, c'est-à-dire



Fig. 7.

Développement d'une colonie de *B. osteophilum* sur gélatine nutritive, à $+ 15^{\circ}$ c.
(Gross. 20 D. — Obj. n° 0. — Ocul. n° 1. — VÉRIK).

A.	État d'après le premier jour de l'ensemencement.		
B.	Id.	deuxième jour	id.
C.	Id.	troisième jour	id.
D.	Id.	quatrième jour	id.
E.	Id.	cinquième jour	id.

quarante-huit heures après l'ensemencement, les colonies sont devenues irrégulières, à bords frangés, et à aspect leucocythoïde; elles sont grisâtres, avec un point foncé, presque toujours excentrique (B). Au bout du troisième jour, le volume des colonies s'est accru notablement. Les contours en sont comme déchiquetés, et elles présentent trois zones concentriques d'accroissement bien nettes, d'autant moins foncées que l'on approche davantage de la

périphérie (C). Au bout du quatrième jour, les colonies sont redevenues presque régulièrement arrondies, ou ovalaires, moins foncées que celles de la veille, et de teinte presque uniforme (D).

Enfin, au bout du cinquième jour, les colonies ont encore augmenté de volume, et elles présentent à leur périphérie une ligne foncée réfringente, indice d'une liquéfaction déjà avancée (E). Les jours suivants, la liquéfaction de la gélatine s'accroît et les colonies se fusionnent entre elles.

Si l'on opère à une température plus élevée, à $+25^{\circ}$, par exemple, et à plus forte raison à $+35^{\circ}$ et au-dessus, il devient fort difficile d'étudier ces diverses modifications dans l'aspect des colonies : celles-ci se fusionnant en l'espace de vingt-quatre heures et liquéfiant rapidement la gélatine.

Pour se rendre compte de l'aspect de la culture de *B. osteophilum* sur gélatine nutritive, les jours suivants, il est nécessaire de suivre ce développement dans un matras-PASTEUR ou dans un tube à essais, mais de plusieurs centimètres de diamètre. De plus, au lieu d'enfoncer le fil de platine chargé de colonies dans la gélatine même, comme on le fait ordinairement, nous avons préféré le promener simplement à la surface, afin d'observer plus nettement les modifications que font subir à la gélatine les colonies de *B. osteophilum* en contact direct avec l'oxygène.

Dans ces conditions, et toujours à la température de $+15^{\circ}$ C., dès le début du troisième jour, c'est-à-dire quarante-huit heures environ après l'ensemencement, on commence à distinguer, à la surface, plusieurs taches irrégulières, « *en coup d'ongle* », et qui, en ces endroits, donnent à la gélatine un aspect de corps dépoli. Les taches croissent, les jours suivants ; et, du quatrième au septième jour, elles se montrent remplies d'une foule de petits points opaques, très confluent, à peu près de même volume, simulant un fin pointillé. Ces petits points sont de nouvelles colonies qui se développent après les premières. En même temps les taches dépolies et comme chagrinées du début creusent la surface de la gélatine. Du sixième au septième jour, à la place des taches primitives, existent de véritables cupules, en forme de petites cuvettes à bords taillés à pic, et comme à l'emporte-pièce. Mais ces cupules s'étendent bien plus en superficie qu'en profondeur : de sorte que plusieurs d'entre elles, qui se sont déjà rejointes, et ont confondu leurs bords, ont encore un

fond distinct. Au huitième jour, la gélatine commence à se liquéfier, et les différentes cupules se sont toutes confondues en une sorte d'eschare, qui couvre les trois quarts de la surface primitive. Au lieu de petites colonies, on trouve, au fond des cupules, des flocons nuageux, opalescents. Enfin, détail intéressant : la zone liquide superficielle, lorsqu'on la regarde en se plaçant entre le flocon et la lumière, et qu'elle n'est éclairée qu'indirectement, par réflexion, se dessine sous forme d'un ménisque concave *très fluorescent*. Cet aspect fluorescent est important à signaler, dès maintenant ; car nous l'avons retrouvé également dans nos cultures sur gélose. Les jours suivants, la liquéfaction semble stationnaire, et le processus s'arrête, ou à peu près. — A la température de $+ 5^{\circ}$, ce processus reste identique, mais s'opère un peu plus lentement ; au contraire, à $+ 35$ et 36° , le processus se fait si rapidement, que, en quarante-huit heures, la liquéfaction de la gélatine a lieu dans toute l'étendue du flacon. C'est donc la température de $+ 15$ à 20° C. qui semble la plus convenable pour étudier, pas à pas, l'aspect des cultures de *B. osteophilum* sur gélatine.

Quelles sont les formes d'éléments que l'on rencontre sur la gélatine ? Lorsqu'on examine les petites colonies dont nous avons parlé, on les trouve constituées, du premier au quatrième jour après l'ensemencement, par les éléments suivants : quelques filaments immobiles en *Streptobacterium*, dont les éléments sont plus ou moins longs et fusiformes (A, B. — Fig. 8, I) ; un grand nombre de *Diplobacterium* ($\gamma^2_{,,}$), et un très grand nombre de *Bacterium* ($\gamma^1, \gamma^2, \gamma^3, \gamma^4$), plus ou moins longs, fusiformes, assez actifs. Au huitième jour, au contraire (Fig. 8, II), on ne retrouve plus les longs *Streptobacterium* ; on ne retrouve que des *Diplobacterium* ($\gamma^2_{,,}$), et des *Bacterium* très actifs ($\gamma^2, \gamma^3, \gamma^4$), avec prédominance marquée des formes courtes (γ^3, γ^4). Ainsi donc, dans les premiers jours de culture, sur la gélatine, on peut rencontrer l'état filamenteux ; mais au bout du huitième jour, on ne trouve plus que l'état dissocié avec les formes isolées et actives en *Bacterium* court. — A la température de $+ 30^{\circ}$ C., on arrive à ce résultat, en quarante-huit heures. D'ailleurs, par une expérience bien simple, on peut se convaincre directement que, dans la gélatine, au bout de quelques heures de culture, la désagrégation des filaments s'opère rapidement. Sous la lamelle d'une chambre humide, on place une des plus petites colonies qui se développent dans

la gélatine ; on l'étale en couche aussi mince que possible ; parmi les formes qu'elle contient, on cherche un filament renfermant un certain nombre d'éléments, et on suit les transformations qui vont se passer, dans ce filament, à une température de + 35 à 36°, à l'aide

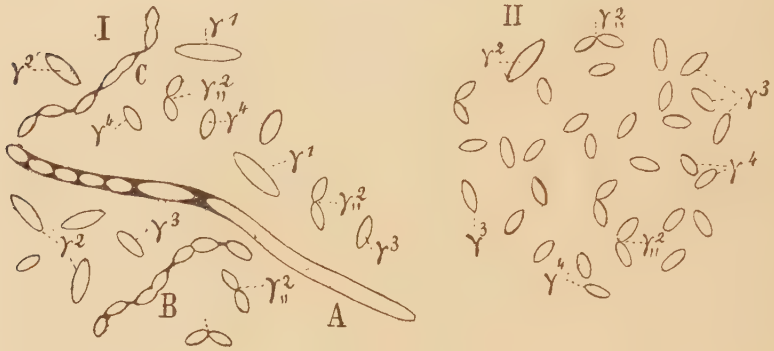


Fig. 8.

Culture de *B. osteophilum* sur gélatine nutritive à + 15° c. — I, au quatrième jour après l'ensemencement. — II, au huitième jour. — (Gross. 1600 D. — Obj. n° 12 Imm. homog.). — Ocul. n° 3. — Tube tiré. — VÉRICK).

de la platine chauffante de RANVIER. Or, au bout d'un laps de temps assez variable, de deux à trois heures environ, on voit peu à peu les éléments se mouvoir, et, par des mouvements de plus en plus accentués, se détacher du filament, et finir par opérer ainsi sa dissociation complète. Qu'on observe les cultures sur gélatine, à la température de + 5° ou à celle de + 30 à 35 et 36° : c'est toujours l'état de dissociation qu'on obtient. Nous avons essayé de laisser nos cultures pendant plusieurs jours, et même pendant une ou deux semaines, à cette température de + 35 à 36° C., dans le but d'obtenir l'état zoogléique ; nous n'y avons jamais réussi. Dès le huitième jour des cultures, la plupart des éléments s'amassent au fond des matras ou tubes, sous forme de dépôt granuleux blanchâtre, où l'on ne trouve que des éléments dissociés, déformés, involutionnés, se colorant peu par les réactifs, et dépourvus de mouvements. Dans les couches supérieures, au contraire, existent encore un grand nombre d'éléments bactériens ; mais ces éléments se présentent exclusivement à l'état libre et dissocié. Détail important : sur la

gélatine, nous n'avons jamais pu obtenir de formes courbes ou spiralées. Bien plus, après avoir puisé, dans une culture à l'air libre, des masses de filaments enchevêtrés, entièrement formées de ces « vrilles » de *Vibrio* dont nous avons parlé plus haut, et les avoir ensemencées, sous la lamelle de la chambre humide, dans de la gélatine liquéfiée à $+ 37-38^{\circ}$ C., nous avons vu la plupart de ces *Vibrio* opérer la désagrégation des filaments, émousser peu à peu leurs pointes effilées, ainsi que nous l'avons déjà décrit, et passer à la forme *Bacterium*.

Ainsi donc, il en est des formes courbes et spiralées, dans les cultures de gélatine, comme dans certaines cultures à l'air libre, surtout quand ces éléments passent à l'état zoogléique. Tout ceci montre, une fois de plus l'instabilité de ces formes courbes et spiralées, qui ne peuvent vivre que dans des conditions et des circonstances de milieu toutes particulières, mal définies, et qui, sous la moindre influence, retournent aux formes rectilignes d'où elles dérivent.

Enfin, nous avons essayé d'ensemencer des masses zoogléiques sur la gélatine, à différentes températures, à $+ 5^{\circ}$, à $+ 15^{\circ}$, à 30 , 35 et 36° C. Cette expérience est peut-être la plus intéressante que nous ayons faite. Dans des boîtes en verre, remplies de gélatine nutritive, onensemence des masses zoogléiques de *B. osteophilum*, obtenues en cultures forcées, à $+ 35^{\circ}$ C. Une première série de ces boîtes est placée à l'étuve-incubateur, à la température de $+ 30^{\circ}$ C.; une autre à une température ordinaire de $+ 15^{\circ}$ C.; une troisième, en hiver, à $+ 5$ à 7° C. La gélatine des boîtes de la première série, à $+ 30^{\circ}$ C., est complètement liquéfiée, en 24 heures : la zone fluorescente est visible. Au microscope, on ne trouve presque plus de masses agrégées aciniformes, mais des capsules, isolées, désagrégées de leur état zoogléique, les unes contenant encore des éléments, dont un grand nombre vides, et à côté une foule d'éléments libres, très actifs et fusiformes. A $+ 15^{\circ}$ C., mêmes phénomènes ; mais la température étant moins active, la désagrégation des masses aciniformes, encapsulées, s'opère relativement moins vite. Enfin, en hiver, à $+ 5$ à 7° C., on peut suivre, pas à pas, et jour par jour, cette désagrégation de l'état zoogléique, repassant à l'état de dissociation. Dans ces dernières conditions, ce n'est qu'au bout de huit à dix jours, que nous avons obtenu la disparition complète de l'état zoogléique. Nous verrons plus loin que dans nos cultures de milieux

solides, opaques, sur les tranches de pommes de terre, et en particulier de betteraves et de carottes, l'ensemencement des masses zooglées de *B. osteophilum* nous a donné le même résultat, c'est-à-dire la désagrégation des capsules, et le retour de leurs éléments à l'état dissocié.

Nous insistons sur cette expérience, parce qu'elle corrobore cette proposition, à savoir : que les différents états du cycle évolutif d'une Bactériacée, sont liés intimement l'un à l'autre, et peuvent aller et revenir de l'un à l'autre, sous les influences les plus variées. Remarquons, enfin, combien est importante la nature du terrain de culture, et que tel ou tel agent qui produit tel ou tel effet dans tel milieu, peut produire un tout autre effet, parfois un effet tout opposé, dans un autre milieu. Ainsi, une température de $+ 35$ à 36° , qui donne, dans nos cultures à l'air libre, dans des macérations d'os gras, un développement zooglée exagéré, opère, au contraire, la dissociation de ce même état sur la gélatine, ou sur des tranches cuites de carottes, de betteraves, etc.

Il s'agissait enfin de montrer que les éléments bactériens que nous avons obtenus, dans nos cultures de gélatine, appartenaient bien à *B. osteophilum*. Pour cela, nous avons pratiqué l'expérience suivante : cinq matras-PASTEUR, contenant chacun 20 centimètres cubes d'eau de fontaine et un fragment d'os gras, sont soumis à la stérilisation, à $+ 120^{\circ}$; après huit jours de repos, on les soumet à une température de contrôle, dans l'étuve-incubateur, à $+ 35^{\circ}$ - 36° C. pendant huit jours.

Aucune végétation ne se produisant, ces matras, considérés comme stérilisés, sontensemencés rapidement à l'aide d'une parcelle de culture pure prise dans différents tubes et matras de gélatine liquéfiée. On s'est assuré primitivement que ces dernières cultures ne renfermaient que des formes d'éléments bactériens libres et dissociés. Or, surtout si on pratique l'ensemencement, le soir, on voit, dès le lendemain, au bout de douze heures d'incubation, à cette température de $+ 35$ à 36° C., à la surface des matrasensemencés, une mince pellicule irisée. L'examen microscopique d'une parcelle de cette pellicule montre des éléments bactériens se poussant en essaims, autour d'un grand nombre de centres de dispersion, affectant ainsi la première phase zooglée. Vingt-quatre heures après, il y a déjà des masses encapsulées : les unes arrivées au stade scorpioïde ;

le plus grand nombre, au stade aciniforme. Enfin, au bout de quarante-huit heures d'ensemencement, la surface des matras est recouverte d'une pellicule blanche, assez épaisse, adhérente à la paroi, où l'on ne rencontre plus que des masses compactes aciniformes.

Il est inutile d'insister sur l'importance de cette dernière expérience, qui nous fournit la preuve la plus palpable de l'identité des éléments bactériens de nos cultures à l'air libre, avec ceux de nos cultures sur gélatine.

b. Culture sur gélose nutritive. La proportion d'agar-agar est à peu près la même que celle déjà signalée pour nos cultures de *B. Balbianii*, soit 2%.

C'est dans les tubes à essais que l'aspect des cultures est le plus caractéristique. Si, de même que pour la gélatine, on sème la surface de la gélose à l'aide de colonies obtenues sur plaques, on remarque, à la température de + 30°C et au début du cinquième jour, que la masse totale est devenue un peu trouble et d'une belle teinte fluorescente vert émeraude (1). A la surface, une pellicule, mamelonnée, épaisse de 1 à 2 millimètres, d'un blanc laiteux, représente la végétation de *B. osteophilum*. Or, une parcelle de cette pellicule, examinée au microscope, montre des éléments absolument identiques à

(1) Cette teinte fluorescente, qui n'est perceptible, sur les cultures de gélatine, que si, tournant le dos à la lumière, on s'interpose entre celle-ci et le vase de culture, pour n'y laisser tomber que des rayons réfléchis, est, en effet, bien plus accentuée sur la gélose et d'un beau vert émeraude; en outre, elle se distingue à la lumière directe. Cette fluorescence a déjà été rencontrée, à plusieurs reprises, dans les cultures de certaines Bactériacées. Nous citerons : *Bacillus fluorescens liquefaciens* décrit par FLÜGGE (218), qui présente cette fluorescence sur gélatine, sur gélose, et dans le bouillon. Le développement des colonies sur plaques ressemble assez à celui que nous avons décrit pour *B. osteophilum*; la formation des cupules taillées à pic comme dans notre espèce est surtout remarquable. Mais, l'aspect des colonies sur gélose est gris-jaunâtre au lieu d'être blanc-laiteux, et d'autre part, dans les bouillons, *B. osteophilum* ne produit pas de fluorescence comme c'est le cas pour la Bactériacée de FLÜGGE. Enfin, dans le cours du développement de cette dernière espèce, il n'a pas été constaté de phase zoogléique analogue à celle de *B. osteophilum*. Une autre Bactériacée fluorescente décrite par M. MACÉ (393), sous le nom de *Bacillus fluorescens putidus*, présente également des caractères à peu près analogues à ceux de *B. osteophilum*. Mais l'odeur urineuse spéciale que cette espèce développe, surtout sur la pomme de terre et dans les bouillons, fait totalement défaut ici. Enfin, et comme pour l'espèce de FLÜGGE, la phase zoogléique caractéristique n'a pas été décrite. Donc, jusqu'à plus ample informé, nous croyons pouvoir maintenir la légitimité de *B. osteophilum*.

ceux des cultures sur la gélatine, à la même date de l'ensemencement, savoir : quelques rares *Streptobacterium* à un plus ou moins grand nombre d'éléments ; des *Diplobacterium* et des *Bacterium* isolés, mobiles, très nombreux. Ici, comme pour la gélatine, quelle que soit la température, on obtient invariablement, en plus ou moins de temps, l'état dissocié.

Nous allons retrouver cette similitude dans la succession des phénomènes, pour les autres milieux de culture.

II. *Cultures sur milieux solides opaques.* — Cultures sur tranches cuites de carottes, de betteraves, de pommes de terre.

B. osteophilum se développe avec assez de vigueur dans ces différents milieux nutritifs. Toutefois sur les pommes de terre, il a paru se développer moins vigoureusement que sur les carottes et les betteraves. Dans ces deux derniers milieux, à une température de $+ 30^{\circ}$ à 35° C., la surface se recouvre, en 36 heures, d'une pellicule d'un aspect gras, d'un blanc laiteux, peu épaisse, où abondent principalement, comme dans la gélatine et l'agar-agar, les formes isolées, libres, en *Bacterium*, *Diplobacterium* et *Streptobacterium*, à un petit nombre d'éléments. C'est enfin sur des tranches de betteraves et de carottes que nous avons étudié, avec le plus de facilité, la dissociation des masses zooglédiques aciniformes.

Cette dissociation se fait peut-être plus lentement que sur la gélatine ou l'agar-agar, même à une température de $+ 30$ à 35° C., et, par suite, peut s'observer avec plus de commodité. Dans ces conditions, on assiste, pour ainsi dire, à l'évolution des mêmes phases par lesquelles évolue l'état zooglédique, mais en sens inverse, c'est-à-dire, d'abord la phase aciniforme, puis la phase scorpioïde, et enfin la phase de dispersion, qui suit de près la phase complète, de dissociation.

Remarquons encore, ici, que cette dissociation de l'état zooglédique, dans des milieux sucrés, tels que la betterave et la carotte, distingue complètement *B. osteophilum* des autres Bactériacées, de formes zooglédiques voisines, telles que : *Leuconostoc mesenteroïdes* et *Ascococcus Billrothii*.

III. *Cultures sur milieux liquides.* — Les milieux essayés ont été : d'une part, des bouillons de bœuf et des bouillons artificiels de

peptone ; d'autre part, des décoctions végétales, de foin, de betteraves et de carottes.

Les résultats obtenus avec ces différents milieux sont à peu de chose près semblables, mais, à beaucoup près, bien moins intéressants que sur les milieux solides. Presque tous ces milieux liquides se sont montrés aptes au développement de *B. osteophilum*. Toutefois c'est dans la décoction de carottes qu'il s'est manifesté avec son maximum d'intensité. Vingt-quatre heures à peine, à la température de $+ 30^{\circ}$ à 35° C. suffisent pour faire naître à la surface du liquide, une pellicule, d'un blanc laiteux, épaisse et chargée d'éléments bactériens. Les décoctions de foin, au contraire, ont été très peu favorables à l'ensemencement de *B. osteophilum*. Il est à remarquer, en outre, que l'état filamenteux et l'état dissocié se sont produits presque seuls et exclusivement, comme pour les milieux solides. Une seule fois, et dans une décoction de foin, nous avons obtenu l'état enchevêtré. Quant à l'état zoogléique, nous n'avons jamais pu réussir à le faire naître dans ces différents milieux liquides. Enfin, en aucun cas, la fluorescence qui apparaît si nettement dans des milieux solides, ne s'est manifestée.

Tel est le résultat de nos cultures de *B. osteophilum* sur milieux stérilisés, solides et liquides. Nous avons pu, dans la plupart de ces milieux, corroborer nos observations premières sur l'état filamenteux et l'état dissocié ; quant à l'état zoogléique, nous n'avons réussi à le cultiver que dans une décoction même d'os gras : ce qui nous confirme dans l'idée émise par nous, à savoir, que c'est dans ce milieu presque exclusivement que cette Bactériacée assume sa forme zoogléique caractéristique, et confirme la dénomination spécifique que nous lui avons donnée.

De l'ensemble de nos recherches sur *B. osteophilum*, nous pouvons conclure que :

I. — Il existe une espèce particulière, spéciale aux macérations d'os gras, parcourant son cycle évolutif complet dans ce milieu, qui paraît être son milieu naturel : nous désignons cette espèce sous le terme de *Bacterium osteophilum*.

II. — Ce cycle évolutif comprend quatre états principaux : état *filamenteux*, état *dissocié*, état *enchevêtré*, état *zoogléique*.

III. — Chacun de ces états particuliers est en rapport avec des conditions de milieu différentes. Ils peuvent se succéder les uns aux autres, dans l'ordre que nous venons d'indiquer, ou se substituer l'un à l'autre. Enfin, la fermentation et la température s'accéléralant, un de ces quatre états peut dominer, et se substituer rapidement aux trois autres.

IV. — L'état zoogléique est celui de ces quatre états qui a le mode d'évolution le plus caractéristique. Il passe par trois stades constants : la phase de *dispersion*, la phase *scorpioïde* et la phase *acini-forme*. Cette dernière phase représente la forme zoogléique finale de *B. osteophilum*.

V. — Les trois sortes de formes d'éléments (formes rectilignes, courbes et spirales) peuvent se rencontrer associées dans un même filament, et montrer tous les passages qui les font dériver les unes des autres.

Les éléments rectilignes, à certains moments de leur évolution, prennent une forme en fuseau assez nette ; les formes spirales sont grêles, un peu renflées au milieu, et effilées aux deux extrémités ; les formes courbes ont l'aspect de « *croissants* », avec les extrémités très aiguës, et la partie médiane plus ou moins renflée.

VI. — La reproduction se fait par spores endogènes. Le mode de formation de ces spores ne diffère pas sensiblement du mode de formation des spores endogènes, chez les autres Bactériacées connues.

CONCLUSIONS.

De l'ensemble des résultats auxquels nous sommes arrivé dans l'étude des Bactériacées étudiées ici, que conclure ?

I. — Pour *Bacterium Balbianii*, et *B. osteophilum*, comme précédemment pour plusieurs autres Bactériacées, nous avons démontré, en premier lieu, l'existence d'un cycle évolutif bien défini, passant par différentes phases que nous avons appelées : *l'état filamenteux*, *l'état dissocié*, *l'état zoogléique* et *l'état enchevêtré*.

Ces différents états correspondent chacun à un groupement morphologique particulier des éléments bactériens, en rapport avec des conditions spéciales de milieu. Parmi les conditions de milieu : les unes sont intrinsèques, c'est-à-dire inhérentes à la nature nutritive même du milieu; d'autres sont extrinsèques, c'est-à-dire liées à des phénomènes extérieurs, comme la température, la pression, la quantité plus ou moins grande d'oxygène, etc..... Voilà pourquoi la succession de ces différentes phases n'a rien de fixe, ni de constant, dans le cours du développement de chaque Bactériacée.

Tel ou tel état, sous des conditions de milieu les plus diverses, peut évoluer rapidement vers un autre état, ou même parfois faire complètement défaut. D'autre part, si le milieu ne se modifie pas, on peut conserver le même état pendant longtemps, sans que lui-même se modifie.

Ainsi on peut cultiver une Bactériacée quelconque, sous une phase ou même sous une forme donnée, à l'état de *pureté*, en l'ensemencant dans un milieu de composition, connue et invariable (ce que l'on obtient par la stérilisation), et dans des conditions données de température, de pression et d'aération.

II. — *L'état filamenteux* est l'état végétatif par excellence. Sous cet état, les éléments bactériens, qu'ils naissent directement de la

spore, ou qu'ils proviennent d'un autre état, se disposent en séries longitudinales, ou en chaînes articulées, dont chaque article est représenté par un élément.

Cette disposition se produit par division ou segmentation d'un élément primitif, dans une seule direction. Les éléments successifs qui naissent ainsi les uns des autres, restent unis entre eux, *bout à bout*, tantôt enfermés dans une véritable gaine filamenteuse, tantôt simplement réunis par des brides de substance interstitielle. D'ailleurs, cette dernière substance est de même nature que la gaine précédente; elle est, de plus, identique à l'enveloppe plus considérable qui entoure les groupes d'éléments de l'état zooglétique.

Elle est de nature gélatiniforme, et sécrétée par l'élément bactérien lui-même; elle joue un rôle des plus importants dans la disposition des éléments entre eux, c'est-à-dire dans l'aspect morphologique.

III. — Les éléments bactériens constitutifs des filaments se rencontrent, à l'intérieur de ces filaments, sous différentes formes, que l'on peut réduire à trois principales : formes rectilignes, formes courbes et formes spiralées.

Les formes rectilignes comprennent les éléments en *Leptothrix*, en *Bacillus* et en *Bacterium*. Ces différentes formes ne diffèrent entre elles que par leur longueur; elles passent de l'une à l'autre par un simple travail de segmentation.

Les formes courbes comprennent les éléments en *Vibrio*.

Ce ne sont, en réalité, que des éléments rectilignes, qui, sous des influences encore mal expliquées, s'incurvent suivant une de leurs faces. Très souvent l'élément rectiligne, avant de se dessiner, prend cette disposition curviligne, pour revenir ensuite à sa forme rectiligne, primitive.

Les formes spiralées renferment les éléments en *Spirillum* et en *Spirochæte*, comprenant un plus ou moins grand nombre de spires.

De même que l'élément en *Leptothrix* est un élément rectiligne assez long et indivis, se réduisant ensuite, par segmentation, en un grand nombre d'éléments plus courts en *Bacillus* ou en *Bacterium*, de même l'élément en *Spirillum* ou *Spirochæte* est un élément spiralé assez long et indivis, qui se réduit ensuite en plusieurs articles incurvés ou *Vibrio*. Or, nous venons de voir que

l'élément en *Vibrio* dérive de l'élément rectiligne. On peut donc poser en règle : que toutes les formes d'éléments bactériens proviennent de l'élément rectiligne primitif, et peuvent passer de l'une à l'autre, sous la moindre influence. Il est, par suite, rationnel de rencontrer, dans la succession des phases du cycle évolutif de telle ou telle Bactériacée, la coexistence des trois formes fondamentales d'éléments bactériens. Il ne saurait donc être question, ici, de *polymorphisme*, ou de *pléomorphisme*, dans le sens où un grand nombre d'observateurs semblent le comprendre, et qui, selon eux, tendrait à faire croire que chaque forme d'élément bactérien, représentant une espèce ou même un genre spécial de Bactériacée, se transformerait en une espèce nouvelle, en changeant de forme (1).

Mais si les différentes formes d'éléments bactériens proviennent d'un élément rectiligne primitif, par un simple travail de segmentation, il y a, à cette segmentation même, une limite. L'élément qui représente ce terme ultime de la segmentation, est l'élément en *Bacterium* court, elliptique-ovalaire, présentant un diamètre longitudinal un peu plus long que le diamètre transversal. Il est universellement répandu dans le groupe des Bactériacées, et il en est l'élément le plus constant. C'est la raison qui nous a déterminé à le prendre comme terme générique de plusieurs espèces que nous avons déjà particulièrement étudiées (2).

Quant à l'élément de forme arrondie ou en *Micrococcus*, une seule fois nous l'avons rencontré avec ses caractères bien nets, chez *B. Balbianii*.

Or, nous avons démontré, par une série d'observations et d'expériences, que cet élément arrondi, pour le cas du moins de notre Bactériacée, provenait directement de l'élément en *Bacterium* court, elliptique-ovalaire, en changeant de milieu, de même qu'il retournait à cette forme, une fois transplanté dans son milieu primitif.

(1) Cette confusion provient, en effet, de ce que, dans la plupart des classifications actuelles, les formes d'éléments bactériens appelées *Leptothrix*, *Bacillus*, *Bacterium*, *Vibrio*, *Spirillum*, *Spirochæte*, etc., sont considérées comme constituant des genres particuliers, à caractères constants, invariables.

(2) Toutefois, ce terme générique ne saurait être que provisoire; nous ne croyons pas devoir créer des termes génériques nouveaux, tant que la classification des Bactériacées ne sera pas basée sur des caractères naturels.

Chez *Clad. dichotoma* et chez *B. osteophillum*, nous avons montré que les éléments ressemblant à des *Coccus* ou à des *Micrococcus*, ne sont, en réalité, que des portions du protoplasma rétracté, et évoluant vers la spore endogène. Peut-être en est-il de même pour un certain nombre d'éléments en *Micrococcus*, appartenant à d'autres Bactériacées.

Quant aux conditions de milieu, dans lesquelles l'état filamenteux semble se produire le plus fréquemment, nous dirons que, pour le cas du moins des Bactériacées étudiées par nous, cet état se manifeste surtout dans les milieux liquides, et à la surface aérée de ces liquides. Autrement dit, l'état filamenteux, est essentiellement *aérobie*.

Un dernier caractère de l'état filamenteux, c'est que les filaments qui le constituent sont en général *immobiles*.

IV. — *L'état dissocié* est caractérisé par la mise en liberté des éléments constitutifs de l'état filamenteux.

Ces éléments continuent à se diviser ; mais, au lieu de rester unis les uns aux autres, en séries ou chaînes filamenteuses, ils se séparent pour vivre isolément.

Quelquefois, ils restent néanmoins accouplés deux à deux, ou en chaînettes d'un petit nombre d'éléments ; mais, à l'inverse des éléments de l'état précédent, ils sont essentiellement *mobiles*. On pourra donc rencontrer, dans l'état dissocié, toutes les formes que nous avons décrites dans l'état filamenteux.

Au point de vue physiologique, l'état dissocié joue un rôle très important. Il est, avant tout, une phase de dissémination. Grâce à la mobilité de ses éléments, et à l'activité de leur travail de segmentation, il peut, en quelques heures, envahir un milieu de culture parfois très étendu. Aussi est-ce sous cette forme d'éléments isolés, dissociés et mobiles, que les Bactériacées se rencontrent le plus fréquemment, et qu'elles sont surtout connues actuellement.

V. — *L'état enchevêtré* constitue une troisième phase du cycle évolutif des Bactériacées. Il se présente sous forme de filaments *enchevêtrés* les uns dans les autres, comme autant d'écheveaux, à mailles plus ou moins serrées. Physiologiquement, c'est un état transitoire entre l'état filamenteux et l'état dissocié ou entre un de ces deux états et l'état zoogléique.

VI. — *L'état zoogléique* est la dernière phase du cycle évolutif. Les éléments qui composaient les états précédents se groupent suivant certaines dispositions qui, au premier abord, ne présentent aucun ordre apparent. En réalité, ils se disposent suivant un ordre déterminé, qui, dans les Bactériacées que nous avons étudiées, varie pour chaque espèce. Le phénomène qui domine tous les autres, c'est, autour de chaque élément, la sécrétion d'une gangue gélatiniforme (*glia* ou *glaire*), morphologiquement et physiologiquement identique à la gaine qui enveloppe les filaments.

Par le fait même de l'accroissement de cette enveloppe gélatiniforme qui les entoure complètement, comme d'une capsule, les éléments deviennent immobiles. Dès lors, le développement de l'état zoogléique va présenter une succession de stades que nous avons retrouvés dans chacune des Bactériacées étudiées par nous, et sur lesquels nous insisterons spécialement, en raison de leur importance, et de la constance même avec laquelle ils se retrouvent.

C'est, en premier lieu, le stade que nous venons d'indiquer, et dans lequel chaque élément est entouré d'une gangue ou capsule gélatiniforme propre. A ce stade, l'aspect morphologique des éléments correspond, trait pour trait, à celui qui caractérise le genre *Hyalococcus*, créé par SCHRÖTER (565 bis) pour le *Pneumococcus* de FRIEDLÄNDER (1).

(1) Voici la diagnose du genre *Hyalococcus* [voir COSTANTIN (144)] :

Chaque cellule ou chaque petite colonie, dans une gaine gélatineuse simple. . . *Hyalococcus*. Or, la taxonomie bactériologique renferme plusieurs exemples de Bactériacées ayant les éléments entourés d'une capsule, à certains moments de leur existence. Tels sont : le *Pneumococcus* de FRIEDLÄNDER (232), et le *Pneumococcus* de FRÄNKEL (227), que STERNBERG (578) a dédié à PASTEUR, sous le nom de *Micrococcus Pasteuri*. C'est, en effet, PASTEUR (490) qui l'a trouvé, le premier, dans la salive d'un enfant mort de la rage. WEICHSELBAUM (634) a décrit le même organisme sous la forme *Diplococcus pneumoniae*, et GAMALEÏA (241), sous la forme de *Streptococcus*, d'où le nom de *Streptococcus lanceolatus Pasteuri*. Ces deux « *Hyalococcus* », qui, dans l'exsudat pneumonique, et dans le sang des animaux en expériences, présentent une capsule très nette, en sont dépourvus, dans les cultures sur gélatine. NEELSEN (435) a signalé cette capsule gélatiniforme autour des bâtonnets de la Bactériacée trouvée, dans le lait bleu, par EHRENBURG (184). REINKE et BERTHOLD (527) l'ont notée autour des éléments d'un *Bacillus subtilis* infestant les pommes de terre ; M. le Prof. DUCLAUX (469, 470), autour des bâtonnets d'*Actinobacter polymorphus*, tant que le lait reste acide ; dès que l'alcalinité se manifeste, la capsule disparaît. CORNIL et ALVAREZ (439) l'ont décrite autour des bacilles du rhinosclérome, mais seulement lorsque ces éléments sont isolés dans les interstices des cellules ; dans les vaisseaux lymphatiques, au contraire, ils en sont dépourvus. BORDONI-UFFREDUZZI (80) relate la même particularité, mais seulement dans certains

Le second stade de l'état zoogléique est le stade que nous avons désigné par le terme *Merismopedia*, déjà connu en Algologie, et qui rappelle le thalle tabulaire, à éléments disposés quatre par quatre, chez les Algues Cyanophycées du même nom. En effet, à ce stade, les éléments précédents se segmentent ou se cloisonnent, non plus dans une seule direction, comme dans l'état filamenteux, mais dans deux directions. Il en résulte des petits groupes capsulaires d'éléments disposés plus ou moins régulièrement quatre par quatre ou en *Tétrades*, qui se développent uniquement en superficie (1).

Le troisième stade, est le stade *Sarcina*. Les éléments qui, jusque-là, ne s'étaient divisés que dans deux directions, s'étendant en surface, se segmentent dans les trois directions. Les capsules for-

milieux, pour un microorganisme trouvé, par lui, dans des cadavres humains, et qu'il appelle *Proteus hominis capsulatus*; ALVAREZ (7), pour les bacilles de la fermentation indigotique; PFEIFFER (498), pour une autre espèce qu'il ne dénomme pas, et BANTI (32), pour quatre nouveaux *Bacillus* ou *Proteus*. E. KLEIN (324), SERAFINI (572) et METSCHNIKOFF (409) ont signalé également la présence d'une capsule gélatineuse, autour des bacilles du charbon; POELS (505) autour des *Micrococcus* du *coryza contagiosa* des chevaux, et METSCHNIKOFF (412), autour des bacilles de la tuberculose, mais seulement dans certaines conditions. N'y aurait-il pas lieu de rechercher si, de même que pour nos Bactériacées, la présence d'une auréole autour des éléments bactériens que nous venons de citer, ne coïnciderait pas avec l'apparition d'un état particulier de leur cycle évolutif, qui ne serait autre que le début de leur état zoogléique?

(1) Cette disposition en *Tétrades*, que M. le Prof. VAN TIEGHEM (598) appelle *Merista*, en opposition au terme algologique de *Merismopedia*, est presque universellement considérée aujourd'hui (et c'est également notre opinion) comme le début du stade suivant en *Sarcina*. M. VAN TIEGHEM paraît se rallier à cette idée, pour quelques formes du moins, ainsi que plusieurs autres botanistes, entre autres, RABENHORST-WINTER (517). Néanmoins d'autres savants conservent encore cette dénomination générique, tels que ZOPF (662) pour l'élément en *Micrococcus* trouvé par NEISSER (437), dans le pus blennorrhagique, et qu'il appelle *Merismopedia gonorrhææ*, et PRAZMOWSKI (512), pour un élément disposé en *Tétrades* et trouvé par lui dans l'urine, *Merista ureæ*. Enfin, quelques bactériologues ont insisté sur cette forme particulière, dans le cours du développement d'un certain nombre de Bactériacées. ZOPF (661) l'a rencontrée d'une façon tellement nette et régulière chez une espèce vivant dans l'eau putréfiée, qu'il l'a appelée *Bacterium merismopedioïdes*, et l'identifie à *Merismopedia hyalina*, de KÜTZING (349 bis). RAY-LANKESTER (353, 353bis) l'a signalée, chez *Bacterium rubescens*; et M. le Prof. A. GIARD (248), dans son étude sur la cause de l'infection des eaux de Lille, l'a décrite chez *Crenothrix Kühniana*. ROSENBAACH (541), VIGNAL (617) et HEYDENREICH (290) l'ont également notée chez *Staphylococcus pyogenes aureus*, et MAROTTA (400) la considère comme la forme véritablement infectieuse du *Micrococcus* de la variole. FLÜGGE (218) l'a trouvée chez *Micrococcus roseus* et *M. cinnabareus*. Enfin, GAFFKY (235 bis) et MENDOZA (405) considèrent cette disposition comme la caractéristique des deux *Micrococcus* rencontrés le premier (*M. tetragenus*), dans les produits tuberculeux, le second (*M. tetragenus mobilis ventriculi*), dans le mucus stomacal.

ment alors des paquets ou des groupes massifs plus ou moins cubiques. Chez les Bactériacées où nous avons constaté ce stade particulier, il ne s'est montré, pareillement aux précédents, que comme un stade transitoire de l'état zoogléique définitif (1).

Dans le stade suivant, la division des éléments se poursuit activement. On obtient alors des agglomérations de capsules, agrégées les unes avec les autres, et renfermant un nombre illimité d'éléments, qui presque tous se présentent sous la forme ultime de segmentation, c'est-à-dire sous la forme de *Bacterium* court elliptique-ovalaire. Dans ces conditions, le stade ne diffère pas sensiblement de l'aspect particulier de ces formes zoogléiques décrites sous le nom d'*Asco-coccus* par COHN (128), ou plutôt d'*Ascobacteria* par M. VAN TIEGHEM (597); morphologiquement, il est comparable aux thalles

(1) Si l'idée (émise par nous, d'après nos observations), que la forme *Sarcina* n'est qu'un des stades d'un état zoogléique plus complet, se vérifiait pour d'autres Bactériacées, il serait intéressant de reprendre l'histoire de la genèse et du développement des nombreuses formes en *Sarcina*, décrites jusqu'ici comme autant d'espèces distinctes, telles que : *Sarcina ventriculi* GOODSIR (259), *S. litoralis* OERSTED (458), *S. Reitenbachii* CASPARY (108), *S. solani* REINKE et BERTHOLD (527), *S. intestinalis* ZOPF (662), *S. maxima* et *S. ou Pediococcus cerivisiae* LINDNER (371). Cette dernière espèce ne serait, d'après son auteur, que la forme *Sarcina* de l'élément bactérien décrite, pour la première fois par PASTEUR (475) comme l'agent principal du trouble de la bière. *S. candida*, du même auteur, trouvée dans la bière blanche sous forme de petites zooglées arrondies, à éléments en *Diplococcus*, ne prendrait la forme *Sarcina* que dans la décoction de foin. M. le Prof. DUCLAUX (173), à propos de cette observation, relate celle qu'il a faite dans le cours de ses études sur la vitalité des germes, d'un *microbe* qui peut prendre, suivant les modes de culture, et garder dans ses générations successives, l'une des trois formes en *Micrococcus*, *Diplococcus*, *Merismopedia* ou *Sarcina*, c'est-à-dire les différents stades zoogléiques que nous avons indiqués pour nos Bactériacées. Il y aurait encore à reconnaître l'identité d'un grand nombre de formes en *Sarcina* rencontrées dans les organes sains ou malades du corps de l'homme, et rapportées, sans preuve suffisante, à *S. ventriculi*. En effet, bien que cette dernière forme ait été, depuis GOODSIR, l'objet de travaux nombreux et importants, par C. ROBIN (534), SURINGAR (583), LOSTORFER (380), COHN (127 bis), et surtout par FALKENHEIM (206), qui en a donné les caractères, en cultures pures, il n'est pas démontré que plusieurs *Sarcina*, décrites comme se rapportant à *S. ventriculi*, soient bien évidemment les analogues de cette dernière. Telles sont les *Sarcina* trouvées dans les sécrétions pathologiques du poulmon par ZENKER (655), BAMBERGER (31 bis), VIRCHOW (620), FRIEDREICH (233), COHNHEIM (132), HEIMER (284), NAUWERCK (434), H. FISCHER (215), etc.; dans les selles normales et diarrhéiques par EBERTH (177), HASSE (280), BONNET (77), HELLER (286). C'est ainsi qu'une de ces *Sarcina*, trouvée par HAUSER (282) dans les crachats de phthisiques, s'est montrée à lui avec des caractères différentiels assez nets pour en faire une espèce particulière, *S. pulmonum*. Détail intéressant : cette *Sarcina* présente, de la façon la plus nette, au début de sa formation, le stade en *Tétrade* ou en *Meris-*

massifs de certaines algues *Cyanophycées*, décrites sous le nom de *Glaucocapsa* (1).

Finalement, ces groupes de capsules affectent entre elles des dispositions qui semblent caractéristiques et constantes, pour chaque espèce donnée, et qui constituent l'état zoogléique définitif. C'est ainsi que l'état zoogléique se présente : chez *Clad. dichotoma*, sous la forme arborescente si nette, appelée autrefois *Zooglœa ramigera* ; chez *Bacterium Balbianii*, sous la forme cérébroïde : chez *B. osteophilum*, sous la forme aciniforme.

Cet état zoogléique définitif, avec son allure propre et constante, pour telle ou telle Bactériacée, nous semble devoir constituer un

mopedia. Et nous avons vu que cette forme est la forme la plus constante sous laquelle se présente une autre Bactériacée, trouvée par GAFFKY (235 bis), dans les crachats tuberculeux, et qu'il appelle *Micrococcus tetragenus*. Les cultures de *Sarcina pu'monum* et de *Micrococcus tetragenus* présentent entre elles une ressemblance frappante, et pourraient bien n'appartenir qu'à un seul et même type.

Or, comme le suggèrent BIZZOZERO et FIRKET (66), les rapports entre *M. tetragenus* et *Bacillus tuberculosis* ne sont peut-être pas très éloignés. Ces auteurs les rapprochent, en effet, des « grains colorés » (par la méthode d'EHRlich), trouvés par CORNIL et BABES (141), dans les coupes d'organes tuberculeux et dans les crachats des phthisiques. Les grains proviendraient des Bacilles, et dessineraient parfois « des figures analogues à celles des Sarcines. » A. JOLY (302) va plus loin encore. Pour lui, les trois formes de *microbes* attribués à la tuberculose : le *Micrococcus* de TOUSSAINT, les *Zooglées* de MALASSEZ et VIGNAL, le *Bacille* de KOCH, ne sont que des formes évolutives de ce dernier *Bacille*. Il serait de la plus grande importance, pour la pathologie aussi bien que pour l'histoire naturelle, d'être renseigné définitivement sur les véritables rapports de ces différentes formes entre elles, et sur leur rôle dans le processus tuberculeux.

Nous dirons la même chose des *Sarcina* trouvées dans l'urine par un grand nombre d'observateurs, entre autres par WELCKER (639) et LEUBE (365), qui est probablement identique à *Merista ureæ* PRAZMOWSKY (512), et dont on n'a pas recherché les affinités avec la Bactériacée considérée comme l'agent principal de la fermentation ammoniacale de l'urée toujours en vertu de cet aphorisme de COHN, que l'espèce bactérienne est monomorphe. Nous ferons la même remarque pour *Sarcina* ou *Pediococcus acidii lactici* LINDNER (371), qui n'est peut-être que le début de l'état zoologique de *Bacillus acidii lactici* ZOPF.

Enfin, d'autres formes en *Sarcina*, celles-là chromogènes, n'ont encore été qu'imparfaitement étudiées. Ce sont : *S. rosea*, *S. paludosa*, *S. lutea* SCHRÖTER (565 bis). D'après ce que nous avons décrit, chez *B. Balbianii*, n'est-il pas permis de penser que ces dernières peuvent également faire partie du cycle évolutif de Bactériacées non encore étudiées, et peut-être même de Bactériacées ne présentant aucune matière colorante, pendant certaines phases de leur développement ?

(1) C'est surtout chez *B. osteophilum*, comme on peut le voir par nos figures, que cette analogie avec les *Glaucocapsa* est frappante.

caractère de premier ordre, pour la différenciation des diverses espèces de Bactériacées.

Au point de vue physiologique, nous croyons que cet état zoogléique, qui paraît se présenter dans le cours du développement d'un grand nombre de Bactériacées, constitue, pour les éléments bactériens, une phase de protection, contre les agents extérieurs, ou d'attente d'un milieu plus favorable, dans lequel les éléments, quittant leur enveloppe gélatiniforme, pourront revivre à l'état filamenteux ou à l'état dissocié.

Quant à la reproduction par *spores endogènes*, elle est plus fréquente, à notre avis, qu'on ne le suppose généralement. Nous avons vu la séparation insensible qui existe entre les Bactériacées à endospores et les Bactériacées à arthrospores. Nous pensons que cette distinction n'est pas légitime, et que là, où l'on a cru avoir affaire à une formation arthosporée, des recherches plus approfondies, plus minutieuses, arriveront à démontrer la formation endosporée.

D'autre part, les données actuelles sur lesquelles sont basées la plupart des classifications, sont-elles exactes? Nous savons que ces classifications reposent, presque toutes, sur la notion de la forme même des éléments. Or, nous venons de le voir : ces différentes formes peuvent se succéder, et même coexister, dans le cours du développement d'une seule et même espèce.

Ces formes, pourtant si nettes, ne sauraient désormais suffire pour la détermination des genres. « Le principe de la formation des genres, dans cette famille (les Bactériacées) est encore à chercher. » (VAN TIEGHEM (598)) (1).

(1) C'est l'opinion exprimée par un grand nombre de naturalistes.

Dès 1873, RAY-LANKESTER (353) reconnaît l'existence d'un grand nombre d'espèces de Bactériacées ; mais on devrait, dit-il, les caractériser, « non par leurs formes isolées, comme le fait COHN, mais par l'ensemble de leurs caractères morphologiques et physiologiques. » — En 1875, WARMING (626), affirme que « les Bactéries sont douées d'une plasticité illimitée, et qu'il faudra renoncer au système de M. COHN. » VON NÄGELI (432), en 1877, pense que l'on ne peut pas grouper les *Schizomycètes* d'après leurs formes extérieures et qu'il existe, parmi eux, « un petit nombre d'espèces se rapportant peu aux genres et aux espèces admises aujourd'hui et qui parcourent individuellement un cycle de formes déterminées. » D'autre part, HABERKORN (269) (1882) estime que les divisions de COHN ne sont que des formes d'un seul et même genre à espèces nombreuses. Plus récemment, en 1885, DE BARY (35) s'exprime ainsi au sujet de leur classification : « Il ne peut être question de donner une nomenclature systématique ni de présenter une classification botanique naturelle : les divisions établies jusqu'ici, parmi les Bactéries,

Nous ne sommes pas assez téméraire pour proposer, à notre tour, un système de classification. Nos observations sont encore trop peu nombreuses pour nous permettre d'étendre nos vues particulières à l'ensemble du groupe.

Mais nous croyons que la majorité des espèces bactériennes, de même que *Bacterium Balbianii*, *B. osteophilum*, etc., ont un cycle évolutif complet, depuis la spore qui donne le filament initial, jusqu'à la zooglé finale. Il faudra dorénavant, avant de classer telle ou telle Bactériacée, suivre pas à pas son développement, étudier les différentes modifications qu'elle subit, suivant les milieux dans lesquels on peut la cultiver : en un mot, la spécifier, d'après l'ensemble de ses caractères.

En d'autres termes, il ne suffira plus d'indiquer les formes que l'on rencontre dans tel ou tel milieu, mais il faudra rechercher si telle ou telle forme reste toujours constante, et identique à elle-même, suivant les milieux où on la cultive. On reconnaîtra peut-être alors qu'un grand nombre des formes que l'on avait décrites jusqu'ici comme des espèces absolument distinctes, étrangères l'une à l'autre, ne sont, en réalité, que des formes d'éléments appartenant à la même espèce, et se présentent dans des milieux souvent fort différents, non-seulement avec un aspect particulier, mais encore dans un groupement ou un état distinct, tantôt sous forme d'éléments libres, tantôt enfin sous forme de zooglé.

Quelles sont maintenant les affinités probables des Bactériacées avec les autres groupes végétaux ?

Le plus grand nombre des bactériologues, se basant sur l'absence de chlorophylle, rangent avec VON NÄGELI les Bactériacées parmi les Champignons, sous le nom de *Schizomycètes*. D'autres, ne voulant pas

n'offrent qu'un procédé plus ou moins commode et en tous cas provisoire, de s'entendre à leur sujet. » MM. GUIGNARD et CHARRIN (266), en 1888, dans leur intéressante étude sur *Bacillus pyocyaneus*, après avoir décrit les nombreuses variations morphologiques de cette Bactériacée, en concluent « qu'il faut se mettre en garde contre certaines tendances à trop multiplier les espèces en se fondant sur des données morphologiques insuffisantes. » M. le Prof. BAILLON (29), dans sa *Botanique médicale cryptogamique* 1889, déclare « qu'aujourd'hui, nous pouvons dire en toute sincérité que nous ne savons pas ce que c'est qu'un genre de Schizophytes. » Enfin, tout dernièrement, en présentant la classification que nous croyons la plus récente, et cependant basée encore uniquement sur les formes des éléments bactériens, M. COSTANTIN (144) l'accompagne de cette note : « la classification de cette famille est très insuffisante et provisoire, car on a peu de données sur l'évolution de ces végétaux. »

se prononcer, en font simplement des *Schizophytes*. Or, sans parler de certaines espèces à coloration verte, due probablement à la chlorophylle, et étudiées par VAN TIEGHEM (597^{bis}), non plus que de certaines des espèces chromogènes, chez lesquelles on a démontré l'affinité plus ou moins grande de la matière colorante avec la chlorophylle (1), nous dirons que les plus nombreuses raisons militent en faveur de leur rapprochement avec les Algues *Cyanophycées* (*Nostocacées*). C'est l'opinion ancienne de COHN, et c'est celle de botanistes éminents, tels que MM. VAN TIEGHEM et BORNET. En effet, comme les Algues *Nostocacées* :

1° Elles s'accroissent par division répétée, dans une seule direction, en un thalle filamenteux, qui est l'analogue des *trichomes* des *Nostocacées* filamenteuses.

2° Elles sont douées de mouvement, comme les *Oscillariées*.

3° Des portions du trichome peuvent se séparer du filament générateur, vivre à l'état indépendant, ou dissocié, et à la façon des *hormogonies*, reformer de nouveaux filaments ou trichomes.

4° Dans le cours du développement, elles présentent, à l'état zooglèique, des formes absolument comparables aux thalles tabulaires des *Merismopedia*, et aux thalles massifs des *Glæocapsa*.

5° Enfin, comme nous l'avons constaté pour les spores de *Cladotricha*, elles peuvent offrir le même mode de germination que certains *Nostoc*.

Nous insistons tout particulièrement sur les formes en *Merismopedia* et en *Glæocapsa*, qui sont peut-être les liens phylogénétiques les plus probants entre les deux groupes.

En terminant, nous ne pouvons pas mieux faire que de répéter les paroles de DALLINGER (150) : « Le groupe des Bactériacées est un

(1) D'après les dernières recherches d'ENGELMANN (194), la plupart des organismes rouges d'eau douce et d'eau de mer, décrites sous différents noms, telles que *B. photometricum* ENGELMANN (193), *B. rubescens* RAY-LANKESTER (353), *B. sulfuratum* WARMING (626), *Clathrocystis roseo-persicina* COHN (128), *Monas Okenii*, *M. vinosa* EHRENBERG (184), *M. Warmingii* COHN (128), *Ophidomonas sanguinea* EHRENBERG (184), *Rhodomonas rosea* COHN (128), et *Spirillum violaceum* WARMING (626), organismes rangés actuellement dans le groupe des Bactériacées sulfureuses, renfermeraient un pigment appelé *Bacterio-purpurina* par RAY-LANKESTER (353). Ce pigment serait une véritable chromophylle analogue aux autres chromophylles (chlorophylle, diatomine, rhodophylle, etc.).

groupe végétal, et doit être avant tout étudié comme tel. » Nous devons donc, pour le connaître, nous entourer des méthodes les plus rigoureuses d'observation et d'expérimentation que nous ont léguées nos devanciers et nos maîtres. C'est par elles qu'on arrivera, nous en avons le ferme espoir, à cataloguer les différentes espèces de Bactériacées, comme on l'a fait pour les espèces des autres familles végétales, et que, mieux renseigné sur la signification véritable de l'espèce, dans ce groupe si intéressant, on pourra étudier avec plus de sûreté leur véritable rôle et leurs propriétés physiologiques.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE.

1. ABREU. — *A raiva*. (Lisbonne, 1886).
2. AFANASSIEFF. — *Die Aetiologie und klinische Bakteriologie des Keuchhustens* (St-Petersb. med. Wochenschr., 1887).
3. ALBRECHT. — *Ueber Spirochæte des Recurrens* (St-Petersb. med. Wochenschr., 1879).
4. ALI-COHEN. — *Eigenbewegung bei Mikrokokken* (Centralbl. f. Bakt. u. Parasit. VI, 1889).
5. ALMQUIST. — *Typhöidfeberus-Bakterie* (Stockholm, 1882, et Göteborg, 1885).
6. ALVAREZ. — *Anatomie pathologique du rhinosclérome* (Arch. de physiol., norm. et pathol. 3^e série, VII, 1886).
7. ALVAREZ. — *Sur un nouveau microbe déterminant la fermentation indigotique* (C. R. Acad. Sc. Paris, CV, 1887).
8. ALVAREZ et TAVEL. — *Recherches sur le bacille de LUSTGARTEN* (Arch. de physiol., norm. et pathol. 3^e sér. VI, 1885).
9. AMRUSCH. — *Ueber eine Zooglöa-Form der Tuberkel-Organismen* (Wien. med. Jahrb. 1886).
10. ARLOING. — *Propriétés zymotiques de certains virus* (C. R. Acad. d. Sc., Paris, CI., 1885. — *Influence du soleil sur la végétation, la végétabilité et la virulence des cultures du Bacillus anthracis* (C. R. Acad. d. Sc., Paris, CI., 1885 et Arch. de physiol., norm. et pathol. 3^e sér. VII, 1886). — *Les spores du Bacillus anthracis sont réellement tuées par la lumière solaire* (C. R. Acad. d. Sc., Paris, CIV, 1887).
11. Id. — *Nouvelles expériences comparatives sur l'inoculabilité de la scrofule et de la tuberculose de l'homme au lapin et au cobaye* (C. R. Acad. d. Sc., Paris, CIX, 1884; CI, 1885 et CIII, 1886). — *Essai sur la différenciation expérimentale de la scrofule et de la tuberculose humaines* (Rev. de Méd., 1887).

12. ARLOING et CORNEVIN. — *Sur un procédé d'augmentation de la virulence normale du microbe du charbon symptomatique, et de restitution de l'activité primitive après atténuation* (C. R. Acad. d. Sc., Paris, CIII, 1886).
13. ARLOING, CORNEVIN et THOMAS. — *Sur l'inoculabilité du charbon symptomatique et les caractères qui le différencient du sang de rate* (C. R. Acad. d. Sc., Paris, XC, 1880). — *De l'inoculation du charbon symptomatique par injection intra-veineuse, et de l'immunité conférée au veau, au mouton et à la chèvre par ce procédé* (C. R. Acad. d. Sc., Paris, XCI, 1880). — *Bactérie du charbon symptomatique* (Bull. Acad. d. Méd., 1881). — *Sur la cause de l'immunité des adultes de l'espèce bovine contre le charbon symptomatique ou bactérien, dans les localités où cette maladie est fréquente* (C. R. Acad. d. Sc., Paris, XCIII, 1881). — *Mécanisme de l'infection dans les différents modes d'inoculation du charbon symptomatique. Application à l'interprétation des faits cliniques et à la méthode des inoculations préventives* (C. R. Acad. d. Sc., Paris, XCII, 1881). — *Nouvelles recherches expérimentales sur la maladie infectieuse appelée charbon symptomatique* (Journ. d. Méd. vétér. et de zootechn. Lyon, 3^e série, VI, 1881). — *Expériences publiques sur la vaccination du charbon symptomatique* (Arch. vétér., Paris, VI, 1881). — *Note relative à la conservation et à la destruction de la virulence du microbe du charbon symptomatique* (Rec. d. Méd. vétér., Paris, 6^e sér., IX, 1882). — *Moyen de conférer artificiellement l'immunité contre le charbon symptomatique ou bactérien avec du virus atténué* (C. R. Acad. d. Sc., Paris, XCV, 1882). — *Le charbon symptomatique ; troisième rapport à M. le Ministre de l'Agriculture, sur le résultat des inoculations préventives* (Arch. vétér., Paris, III, 1882). — *Modifications que subit le virus du charbon symptomatique ou bactérien sous l'influence de quelques causes de destruction* (C. R. Soc. d. Biol. Paris, 7^e sér., IV, 1883). — *Du charbon bactérien ; charbon symptomatique et*

charbon essentiel de CHABERT, (Paris, 1883). — *Le charbon symptomatique du bœuf* (2^e édit., Paris, 1887).

14. ARCHANGELSKI. — *Ueber Milzbrand* (Centralbl. f. d. med. Wissench. 1882).
15. ARNDT. — *Beobachtungen an Spirochæte des Zahnschleimes* VIRCHOW'S Arch., LXXIX, 1880).
16. ARNING — *Ueber das Vorkommen des Bacillus lepræ bei Lepra anæsthetica sive nervosum* (VIRCHOW'S Arch. XC, 1880).
17. ARTAUD. — *Étude sur l'étiologie de la fièvre typhoïde* (Paris, 1885).
18. ARTHUR. — *Pear blight (Micrococcus amyliivorus)*. (New-York Agricult. Experim. Station, 1885). — *History and biology of Pearblight* (Proc. Acad. Nat. Sc., Philadelphia, 1886).
19. ARTIGALAS. — *Les microbes pathogènes* (Paris-Bordeaux, 1885)
20. AUFRECHT. — *Zwei Fälle von Meningitis cerebro-spinalis* (Deutsche med. Wochenschr. 1880).
- 20 bis. Id. — *Pathologische Mittheilungen* (Magdeburg, 1884-87).
21. Id. — *Ueber den Befund von Syphilis-Mikrokokken* (Centralbl. f. d. med. Wissench., 1881).
22. Id. — *Die experimentelle Erzeugung der Endometritis diphtherica puerperalis* (Naturforsch. Versamml. 1884).
23. BABES. — *Étude comparée des bacilles de la tuberculose et de la lèpre* (C. R. Acad. d. Sc., Paris, CVI, 1883). — *Note sur le rapport des bacilles de la tuberculose et de la lèpre avec les surfaces tégumentieuses* (C. R. Soc. Biol. Paris, 1883).
- 23 bis. Id. — *Sur le microbe de la fièvre jaune et sur les lésions du foie et du rein dans cette maladie* (C. R. Acad. Sc. Paris, XCVII, 1883).
24. Id. — *Observations sur la topographie des bacilles de la lèpre dans les tissus, et sur les bacilles du choléra des poules* (Arch. d. phys. norm. et pathol., 3^e sér., II, 1883).

25. BABES. — *Der erste Nachweis des Tuberkelbacillus im Harn* (Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1883).
26. Id. — *Bacilles en virgule du choléra* (Bull. Soc. Anat. Paris, 1884 et VIRCHOW'S Arch. XCIX, 1885).
- 26 bis. Id. — *Studien über die Wurthkrankheit* (VIRCHOW'S Arch. CX, 1887).
27. Id. — *Ueber isolirt färbbare Antheile von Bakterien* (Zeitschr. f. Hygiene, V, 1888).
28. BAILLET. — *Recherches sur le rouget ou mal rouge du porc* (Rec. méd. vétér., 1884).
29. BAILLON. — *Traité de botanique médicale cryptogamique* (Paris, 1889).
30. BALMER et FRÄNTZEL. — *Ueber das Verhalten der Tuberkelbacillen im Auswurf während des Verlaufs der Lungenschwindsucht* (Berlin. klin. Wochenschr. 1882).
31. BALBIANI. — *Études bactériologiques sur les Arthropodes* (C. R. Acad. d. Sc., Paris, CIII, 1886).
- 31 bis. BAMBERGER. — Cité par VIRCHOW (620).
32. BANTI. — *Sopra 4 nuove specie di protei o bacilli capsulati* (Lo Speriment. 1888).
33. BARDACH. — *Zur Frage der Präventivimpfungen bei Hydrophobie* (Wratsch, 1887). — *Le virus rabique dans le lait* (Ann. Inst. PASTEUR, 1887). — *Sur le passage du virus rabique de la mère au fœtus* (Id. 1887). — *Nouvelles recherches sur la rage* (Id. 1888).
34. BARY (DE). — *Vergleichende Morphologie und Biologie der Pilze, Mycetozoen und Bakterien* (Leipzig, 1884).
35. Id. — *Leçons sur les Bactéries* (Traduites et annotées par WASSERZUG, Paris, 1886).
36. BASTIAN. — *Bearing of experimental evidence of the germ theory of disease* (Brit. Med. Jnal. 1878).
37. BATILIN. — *Bakterien inficirte Weizen und Maiskörner* (Bot. Zeitung, 1882).
38. BAUMGARTEN. — *Ueber das Verhältniss von Perlsucht und Tuberculose* (Berlin. klin. Wochenschr., 1880. — *Ueber Tuberculose* (Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1882, et Deutsche med. Wochenschr., 1882). — *Beiträge zur Dars-*

- tellungsmethode der Tuberkelbacillen* (Zeitschr. f. wissensch. Mikroskop., I, 1884). — *Ueber ein neues Rein-culturerfahren der Tuberkelbacillen* (Centralbl. f. d. med. Wissench. 1884). *Ueber Tuberkel und Tuberculose* (Berlin, 1885).
39. BAUMGARTEN. — *Ueber Untersuchungsmethoden zur Unterscheidung von Lepra und Tuberkelbacillen* (Zeitschr. f. wissensch. Mikroskop., I, 1884). — *Ueber die Färbungsunterschiede zwischen Lepra- und Tuberkelbacillen* (Centralbl. f. Bakt. u. Parasit. I, 1887). — *Tuberkel- und Leprabacillen* (id. II, 1887).
40. Id. — *Ueber pathogene pflanzliche Mikroorganismen. II. Die pathogenen Schizomyceten* (Berlin, 1884). — *Lehrbuch der pathologische Mykologie* (Berlin, 1886-1888).
41. BEAL-LIONEL. — *Disease germs, their nature and origin* (London, 1872).
42. BÉCHAMP. — *De l'origine et du développement des bactéries* (en collabor. avec M. ESTOR. C. R. Acad. Sc. Paris, LXVI, 1868). — *Sur les microzymas et les bactéries* (Montpellier méd. 1875). — *Rôle et origine de quelques microzymas* (C. R. Acad. d. Sc., Paris, XCII, 1881). — *Les microzymas sont-ils des organismes vivants. Exposition d'une théorie expérimentale de l'antisepticité* (Bull. Acad. Méd., Paris, 2^e sér., XI, 1882). — *Les microzymas et les zymases* (Arch. d. phys. norm. et pathol., 1882). — *Les microzymas dans leur rapport avec l'hétérogène, l'histologie, la physiologie et la pathologie* (Paris, 1883). — *Microzymas et microbes* (Paris, 1886). — *Discussion sur les Ptomaines...* (Bull. Acad. Méd. Paris, 2^e sér. XV, 1886). — *La théorie du microzyma et le système microbien* (Paris, 1888).
43. BECKER. — *Vorläufige Mittheilung über den die acute infectiöse Osteomyelitis erzeugenden Mikroorganismus* (Deutsche med., Wochenschr., 1883).
44. BEHRING. — *Beiträge zur Aetiologie des Milzbrandes* (Zeitschr. f. Hygiene, VI, 1889).
45. BELFANTI et PESCAROLO. — (Centralbl. f. Bakt. u. Parasit. IV, 1888).

46. BENDER. — *Zusammenfassender Bericht über die Bacillen bei Syphilis* (Centralbl. f. Bakt. u. Parasit. I, 1887).
- 46 bis. Id. — *Das Rhinosclerom* (Id. I, 1887).
- 46 ter. Id. — *Ueber den Erysipelcoccus* FEHLEISEN (Id. IV, 1888).
47. BENNER. — *Zur Aetiologie der Trismus sive Tetanus neonatorum* (Zeitschr. f. Hygiene, III, 1888).
48. BERNHEIM. — *Die parasitären Bakterien der Cerealien* (Münch. med. Wochenschr., 1888).
49. BERT (P.). — *Nouvelles recherches sur le sang de rate* C. R. Soc. Biol. Paris, 1876). — *Expériences sur le sang du charbon* (Id. 1877). — *Influence de l'oxygène à haute pression sur les corpuscules reproducteurs des vibrioniens charbonneux* (Id. 1878). — *Conservation dans l'alcool de la virulence charbonneuse du sang chargé de corpuscules reproducteurs des vibrioniens charbonneux* (Id. 1878).
50. BEUMER et PEIPER. — *Bacteriologische Studien über die ätiologische Bedeutung der Typhusbacillen* (Zeitschr. f. Hygiene, II, 1886).
51. BEYERINCK. — *Die Bakterien der Papilionaceenknöllchen* (Bot. Zeitung, 1888).
52. BIEDERT. — *Die Reinculturen in Reichs-Gesundheitsamt und der Cholerabacillus* (Deutsche Med. Ztg. 1885).
53. Id. — *Beitrag zur Frage nach der Constanz der Spalpilze, Kokkobacillus zymogenes und Bacterium Termo* (VIRCHOW'S Arch. C, 1885).
54. BIENSTOCK. — *Ueber die Bakterien des Fæces* (Fortschr. f. d. Med., 1883).
55. Id. — *Zur Frage der Sogen Syphilisbacillen und der Tuberkelbacillenfärbung* (Fortschr. d. Med. IV. 1886).
56. BILLET. — *Sur la formation et la germination des spores chez le Cladothrix dichotoma* (C. R. Acad. d. Sc. Paris, C, 1885).
57. Id. — *Sur le Bacterium ureæ* (Id. C, 1885).
58. Id. — *Sur le cycle évolutif et les variations morphologiques d'une nouvelle Bactériacée marine, Bacterium laminariæ* (Id. CVI, 1888).

59. BILLET. — *Sur une nouvelle Bactériacée chromogène et marine, Bacterium Balbianii* (C. R. Acad. d. Sc. Paris, CVII, 1888).
60. BILLROTH. — *Untersuchungen über die Vegetationsformen der Coccobacteria septica* (Berlin 1874).
61. BONDI. — *Die pathogenen Microorganismen des Speichels* (Zeitschr. f. Hygiene, II, 1887).
62. BIRCH-HIRSCHFELD. — *Ueber die Recurrenz-Spirochæten* (Med. Jahrb. CLXVI, 1879).
63. Id. — *Bakterien in syphilitischen Neubildungen* (Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1882).
64. Id. — *Untersuchungen zur Pathologie des Typhus abdominalis*. Naturforsch. Versamml. zu Würzburg, 1874. — *Ueber die Züchtung von Typhusbacillen in gefärbten Nährlösungen* (Arch. f. Hygiene, 1887).
65. BIRCH-HIRSCHFELD et GERBER. — *Ueber einen Fall von Endocarditis ulcerosa und das Vorkommen der Bakterien bei dieser Krankheit* (Arch. d. Heilkunde, XVII, 1876).
66. BIZZOZERO et FIRKET. — *Manuel de Microscopie clinique* (Paris-Bruxelles, 2^e édition française).
67. BLAINE. — *Bovine tuberculose ; its communication, its ingestion, inhalation and hereditary transmission* (Med. Record., 1887).
68. BOCHEFONTAINE. — *Expériences pour servir à l'étude des propriétés physiologiques des déjections alvines de la dysentérie et du choléra* (Arch. d. phys. norm. et pathol. 3^e sér. VII, 1886).
69. BOCKHART. — *Beitrag zur Aetiologie und Pathologie des Harnröhrentrippers* (Würzburg. phys. med. Ges. 1882).
70. BOEHLENDORF (VON). — *Ein Beitrag zur Biologie einiger Schizomyceten* (Dorpat, 1880).
71. BOENS. — *La fièvre typhoïde, ses causes, son traitement et sa prophylaxie* (Bull. Acad. Roy. d. Méd. de Belgique. 3^e sér. XVII, 1883).
72. BOINET et DEPÉRET. — *Du bouton de Gafsa au camp de Sathonay* (Lyon méd. 1884).
- 72 bis. — *Recherches sur les microorganismes de l'ulcère phagédénique observé au Tonkin* (Lyon Méd. LX, 1889).

73. BOLLINGER. — *Ueber Milzbrand* (Centralbl. f. d. med. Wissen-
sench., 1872 et Sitzungber. d. Ges. f. Morphol. u. Phys-
iol. in München, I, 1885).
74. Id. — *Zur Aetiologie der Infectionskrankheiten*
(Aerztever. zu München, 1881).
75. Id. — *Zur Aetiologie der Tuberkulose* (München,
1883). — *Ueber Tuberkelbacillen in Eiter einer tuberku-
lösen Kuh und über Virulenz des Secretes einer derartig
erkrankten Milchdrüsen* (Bayerisch. arztl. Intellig. Bl.,
1883).
76. BOLTON (MEADE-). — *Ueber das Verhalten verschiedener Bac-
terienarten im Trinkwasser* (Zeitschr. f. Hygiene, II,
1886).
- 76 bis. Id. — *A method of preparing potatoes for bacterial cultures*
(Med. News, 1887).
77. BONNET. — *Lectures on clinical medicin* (Edinburg, 1851).
78. BONOME. — *Ueber die Aetiologie des Tetanus* (Fortschr
d. Med., 1887).
79. BORDONI-UFFREDUZZI. — *Ueber die Cultur der Leprabacillen*
(Zeitschr. f. Hygiene, III, 1887).
80. Id. — *Ueber den Proteus hominis capsu-
latus und über eine neue durch ihn erzeugte Infections-
krankheit des Menschen* (Zeitschr. f. Hygiene. III, 1887).
81. BORNET et THURET. — *Notes algologiques* (II, Paris, 1880).
82. BORY-DE-SAINT-VINCENT. — *Encyclopédie méthodique* (Paris,
1824). — *Dictionnaire d'histoire naturelle* (Paris, 1830).
83. BOUCHARD. — *Élimination par les urines, dans les maladies
infectieuses, de matières solubles, morbifiques et vacci-
nantes, fabriquées dans le corps des animaux par des
microbes pathogènes* (C. R. Soc. Biol. Paris, 1888).
84. Id. — *Influence du bacille pyocyannique sur la maladie
charbonneuse* (C. R. Acad. Sc. Paris, CVIII, 1889).
85. BOUCHARD, CAPITAN et CHARRIN. — *Sur la culture du
microbe de la morve et sur la transmission de la maladie
à l'aide des liquides de culture* (Bull. Acad. Méd. Paris,
1882).
86. BOULEY. — *Inoculations préventives du charbon* (Bull. Acad.
Méd. Paris, 2^e Sér. IX, 1880).

87. BOULEY. — *Expériences publiques sur la vaccination du charbon symptomatique, faites à Chaumont* (C. R. Acad. d. Sc. Paris. XCIII, 1881). — *De la vaccination contre le charbon symptomatique. Observations à la suite d'une communication de M. PASTEUR* (C. R. Acad. d. Sc. Paris. XCII, 1881).
88. Id. — *De la péripneumonie contagieuse des bêtes à cornes* (Rec. méd. vétér. 6^e Sér. VIII, 1881). — *Inoculation préventive de la péripneumonie contagieuse des bêtes bovines* (Bull. Acad. Méd. Paris. 2^e Sér. X, 1881, et Rec. méd. vétér. 6^e Sér., IX, 1882).
89. Id. — *La nature vivante de la contagion; contagiosité de la tuberculose* (Paris, 1884).
90. BOUTROUX. — *Sur une fermentation nouvelle du glucose* (Ann. d. Ecole Norm. Sup., 1880. — *Sur une fermentation acide du glucose* (C. R. Acad. d. Sc. Paris. CII, 1886. — *Sur l'oxydation du glucose par les microbes* (Ann. Inst. PASTEUR, 1888).
91. BRÉAL. — *Sur les tubercules à bactéries des racines des légumineuses* (Ann. agron. Paris. XIV, 1888).
92. BREFELD. — *Untersuchungen über die Spaltpilze. — Bacillus subtilis* (Gesselsch. nat. Freunde in Berlin, 1878, et in Schimmelpilze. IV, 1878).
93. BRIEGER. — *Ueber Spaltungsproducte der Bacterien* (Zeitschr. f. physiol. Chemie. VIII, 1884, et Berlin. Klin. Wochenschr., 1884).
94. Id. — *Untersuchungen über Ptomaine* (Berlin, 1886). — *Microbes, ptomaines et maladies* (Trad. par Roussy et WINTER. Paris, 1886).
- 94^{bis}. Id. — *Ueber Cholera* (Verein f. inn. Med. zu Berlin, 1887).
95. BRUNCHORST. — *Ueber die Knöllchen an den Leguminosenwurzeln* (Ber. d. deutsch. bot. Ges. 1885).
96. BÜCHNER. — *Ueber die experimentelle Erzeugung des Milzbrand-contagiums aus den Heupilzen* (NÄGELI'S Unters. ü. nied. Pilze. München, 1882). — *Versuche über die Entstehung des Milzbrandes durch Einathmung* (Id.). — *Die Umwandlung der Milzbrandbakterien in unschädliche Bacterien und die Entgegnung KOCH's an PASTEUR* (VIRCHOW'S Arch. XCI, 1883).

97. BÜCHNER. — *Beiträge zur Morphologie d. Spaltpilze* (NÄGELI'S Unters. ü. nied. Pilze. München, 1882).
- 97 bis. Id. — *Ueber die Vermeintlichen Sporen der Typhusbacillen* (Centralbl. f. Bakt. u. Parasit. IV, 1888).
98. BUDJWID (ODO-). — *Eine chemische Reaction für die Cholerabakterien* (Zeitschr. f. Hygiene. II, 1887). — *Neue Method zum Diagnosticiren und Isoliren der Cholera-bakterien* (Centralbl. f. Bakt. u. Parasit. IV, 1888).
99. BUMM. — *Zur Kenntniss der Gonorrhoe der weiblichen Genitalien* (Arch. f. Gyn. XXIII. 1884). — *Micro-Organismus der gonorrhoeischen Schleimhaut-Erkrankungen* « *Gonococcus-NEISSER* ». Wiesbaden, 1887).
100. BURDON-SANDERSON, DUGUN, GREENFIELD et BENHAM. — *Investigations of Anthrax* (Journal of. Roy. Agric. Soc. 1880).
101. BURRILL. — *Pear blight; bacteria as a cause of disease in plants* (Americ. Naturalist, 1881).
102. Id. — *Micrococcus toxicatus, the peculiar poison of Rhus* (Americ. Naturalist, XVII, 1883).
103. CADÉAC et MALET. — *Recherches expérimentales sur la transmission de la tuberculose par les voies respiratoires* (C. R. Acad. Sc. Paris. CV, 1887).
104. Id. — *Transmission de la morve aiguë au porc* (C. R. Acad. Sc. Paris, CI, 1885). — *Sur la transmission de la morve de la mère au fœtus* (Id. CII, 1886). — *Sur la résistance du virus morveux à l'action destructive des agents atmosphériques et de la chaleur* (Id. CIII, 1886). — *Recherches expérimentales sur la morve* (Toulouse, 1886). — *Études expérimentales de la transmission de la morve par contagion médiate ou par infection* (Rev. d. Méd. Paris, 1887).
105. CAGNIARD-LATOURE. — *Mémoire sur la fermentation vineuse* (C. R. Acad. Sc. Paris, IV, 1837 et Ann. d. Chim. et de Phys. Paris, LXVIII, 1838).
106. CAPITAN et CHARRIN. — *Microbes dans la fièvre jaune* (C. R. Soc. Biol. Paris, 1881).
107. CARTER. — *Weiteres zur Übertragung der Recurrens von Menschen* (Deutsche med. Wochenschr. 1879).

108. CASPARY. — *Merismopedium Reitenbachii* (Schritt d. physikal. — Okonom. Ges. zu Königsberg, XV, 1874).
109. CECI. — *Ueber die in den malarischen und gewöhnlichen Bodenarten enthaltenen Keime und niederen Organismen* (Arch. f. exper. Pathol. u. Pharmac. XIV et XV). — *Del germi ed organismi inferiori contenuti nelle terre malariche e commune* (Roma-Milano, 1883).
110. CELLI. — *Alcune proprietà del virus rabbico* (Bull. d. R. Accad. Mediz. di Roma, 1886-87).
111. CHAMBERLAND. — *Résultats pratiques de la vaccination charbonneuse* (Ann. Inst. PASTEUR, 1887).
112. CHAMBERLAND et ROUX. — *Sur l'atténuation de la bactériémie charbonneuse et de ses germes sous l'influence des substances antiseptiques* (C. R. Acad. Sc. Paris, XCVI, 1883).
113. CHAMBRELENT et MOUSSOUS. — *Expériences sur le passage des bactéries du charbon dans le lait des animaux atteints du charbon* (C. R. Acad. Sc. Paris XCVII, 1883).
114. CHANTEMESSE. — *La tuberculose zoogénique* (Ann. Inst. PASTEUR, 1887).
115. Id. — *Note sur le bouton du Nil*. (Ann. Inst. PASTEUR, 1887).
116. CHANTEMESSE et WIDAL. — *Recherches sur le bacille typhique et l'étiologie de la fièvre typhoïde* (Arch. d. phys. norm. et pathol, 3^e Sér. IX, 1887). — *Immunité contre la fièvre typhoïde conférée par des substances solubles* (C. R. Soc. Biol. Paris, 1888).
117. Id. — *Le microbe de la dysentérie épidémique* (Bull. Acad. Méd. Paris, 1888).
118. CHARRIN. — *La maladie pyocyanique*. (Paris, 1889).
- 118 bis. CHARRIN et GUIGNARD. — *Action du bacille pyocyanique sur la bactériémie charbonneuse*. (C. R. Acad. Sc. Paris, CVIII, 1889).
119. CHARRIN et ROGER. — *Modifications provoquées dans les fonctions d'un microbe chromogène*. (C. R. Soc. Biol. Paris, 1887.)
120. Id. — *Première note sur la pseudo-tuberculose*. (C. R. Soc. Biol. Paris, 1888.)
121. CHAUVEAU. — *De la prédisposition et de l'immunité pathologiques. Influence de la provenance ou de la race sur*

l'aptitude des animaux de l'espèce ovine à contracter le sang de rate (C. R. Acad. Sc. Paris, LXXXIX, 1879). — *Nouvelles expériences sur la résistance des moutons algériens au sang de rate* (Id. XC, 1880). — *Des causes qui peuvent faire varier les résultats de l'inoculation charbonneuse sur les moutons algériens. Influence de la quantité des agents infectants. Application à la théorie de l'immunité* (Id. XC, 1880). — *Étude expérimentale de l'action exercée sur l'agent infectieux par l'organisme des moutons plus ou moins réfractaires au sang de rate ; ce qu'il advient des microbes spécifiques introduits directement dans le torrent circulatoire par transfusions massives de sang charbonneux* (Id. XCI, 1880). — *Sur la résistance des animaux de l'espèce bovine au sang de rate et sur la préservation de ces animaux par les inoculations préventives* (Id. XCI, 1880). — *Nature de l'immunité des moutons algériens contre le sang de rate. Est-ce une aptitude de race ?* (Id. XCI, 1880). — *Du renforcement de l'immunité des moutons algériens à l'égard du sang de rate, par les inoculations préventives. Influence de l'inoculation de la mère sur la réceptivité du fœtus* (Id. CXI, 1880). — *Étude expérimentale des conditions qui permettent de rendre usuel l'emploi de la méthode de M. TOUSSAINT pour atténuer le virus charbonneux et vacciner les espèces animales sujettes au sang de rate* (Id. XCIV, 1882). — *Du rôle respectif de l'oxygène et de la chaleur dans l'atténuation du virus charbonneux par la méthode de M. PASTEUR. Théorie générale de l'atténuation par l'application de ces deux agents aux microbes aérobies* (Id. XCVI, 1883). — *De la préparation et du mode d'emploi des cultures atténuées par le chauffage pour servir aux inoculations préventives contre le charbon* (Id. XCVII, 1883). — *De la préparation, en grandes masses, des cultures atténuées par le chauffage rapide, pour l'inoculation préventive du sang de rate* (Id. XCVIII, 1884). — *Du chauffage des grandes cultures de bacilles au sang de rate* (Id. XCVIII, 1884). — *Sur le transformisme en microbiologie pathogène. Des limites, des conditions et des*

conséquences de la variabilité du *Bacillus anthracis* (Id. CIX, 1889).

122. CHAUVEAU. — *Nature du virus-vaccin. Détermination expérimentale des éléments qui constituent le principe actif de la sérosité vaccinale virulente* (C. R. Acad. d. Sc. Paris, LXVIII, 1868). — *De la prédisposition et de l'immunité pathologique* (Rev. mens. d. méd et d. chir. Paris, 1878). — *De l'atténuation des effets des inoculations virulentes par l'emploi de très petites quantités de virus* (C. R. Acad. Sc. Paris, XCII, 1881). — *Études des ferments et des virus* (Gaz. des hôp. Paris, LIV, 1881). — *De l'atténuation directe et rapide des cultures virulentes par l'action de la chaleur* (C. R. Acad. Sc. Paris, XCVI, 1883). — *De la faculté prolifique des agents virulents atténués par la chaleur...* (Id. XCVI, 1883). — *Du rôle de l'oxygène de l'air dans l'atténuation quasi instantanée des cultures virulentes par l'action de la chaleur* (Id. XCVI, 1883). — *De l'atténuation des cultures virulentes par l'oxygène comprimé* (Id. XCVIII, 1884 et CI, 1885). — *Sur la théorie des inoculations préventives* (Rev. d. Méd. Paris, VI, 1887). — *Sur le mécanisme de l'immunité* (C. R. Acad. Sc. Paris, CVI, 1888, et Ann. Inst. PASTEUR, 1888). — *Sur les propriétés vaccinales de microbes ci-devant pathogènes, transformés en microbes simplement saprogènes dépourvus de toutes propriétés virulentes* (C. R. Acad. Sc. Paris, CVIII, 1889).
- 122 bis. Id. — *L'inoculation préventive du choléra* (Rev. Scient. Paris, II, 1885).
123. CHAUVEAU et ARLOING. — *Étude expérimentale sur la septicémie gangréneuse* (Bull. Acad. Méd. Paris, 1886).
124. CHRISTOT et KIENER. — *De la présence des bactéries et de la leucocytose concomitante dans les affections farcino-morveuses* (C. R. Acad. Sc. Paris, LXVII, 1863).
125. CIENKOWSKI. — *Zur Morphologie der Bakterien* (Mém. d. Acad. d. St-Petersbourg, 7^e sér. XXV, 1877).
126. Id. — *Untersuchung über die Gallertbildungen des Zuckerrübensaftes* (Résumé allemand du mémoire russe. Charkow, 1878).

127. COHN — *Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte der mikroskopischen Algen und Pilze* (Nov. Act. Acad. CÆSAR. LEOPOLD. CAROLIN. nat. curios. XXIV, 1853).
- 127 bis. Id. — *I. Untersuchungen über Bacterien* (Beitr. z. Biol. Pflanzen, I, 2^e p., 1872).
128. Id. — *II. Id.* (Beitr. z. Biol. d. Pflanzen. I, 3^e p., 1875).
- 128 bis. Id. — *IV. Id.* (Beitr. z. Biol. d. Pflanzen. II, 2^e p., 1877).
129. Id. — *Ueber den Brunnenfaden. Crenothrix polyspora* (Beitr. z. Biol. d. Pflanzen, I, 1^{re} p.).
130. Id. — *Organismen in der Pockenlymphe* (VIRCHOW's Arch. LXV, 1872).
131. Id. — *Zur weiteren Kenntniss des Febris recurrens und der Spirochæten* (Deutsche med. Wochenschr. 1879).
132. COHNHEIM. — *Zwei Fälle von Mykosis der Lungen* (VIRCHOW's Arch. XXIII, 1865).
133. COLIN (G). — *Sur le développement successif de foyers virulents pendant la période d'incubation des maladies charbonneuses* (Bull. Acad. Méd. Paris, 2^e S. VII, 1878). — *Charbon et virulence* (Discussion avec M. PASTEUR (Id. VII, 1878). — *Nouvelles recherches sur le rôle des ganglions lymphatiques dans la genèse du charbon* (Id. 2^e Sér. VIII, 1879). — *Étiologie du charbon* (Id. 2^e Sér. VIII, 1879). — *Analyse expérimentale de la pustule maligne et de l'œdème charbonneux* (Id. 2^e Sér. IX, 1880). — *Expériences sur la conservation des bactériidies charbonneuses dans le sol* (Id. 2^e Sér. X, 1881). — *Sur un prétendu moyen de conférer l'immunité contre le charbon* (Id. 2^e Sér. XI, 1881). — *Quelques expériences sur la rage, la septicémie et le charbon* (Id. 2^e Sér. X, 1881).
134. Id. — *Sur la transmission de la tuberculose aux grands ruminants* (C. R. Acad. Sc. Paris, XCIX, 1884).
- 134 bis. Id. — *Études expérimentales sur les affections diphtériques des animaux* (C. R. Acad. Sc. Paris, C, 1885).
135. CORNEVIN. — *Première étude sur le rouget du porc* (Paris, 1885).
136. CORNIL. — *Note sur le siège des bactéries de la lèpre et sur les lésions des organes dans cette maladie* (Bull. Acad. Méd. Paris, 2^e Sér. X, 1881).

137. CORNIL.— *Discussion sur les ptomaines, les leucomaines et la théorie microbienne* (Bull. Acad. Méd. Paris, 2^e Sér. XV, 1886).
138. Id. — *Foie tuberculeux du lapin après injection intra-veineuse de bacilles tuberculeux* (C. R. Soc. Biol. Paris, 1888).
139. CORNIL et ALVAREZ. — *Sur les micro-organismes du rhinosclérome* (Bull. Acad. Méd. Paris, 1885). — *Mémoire pour servir à l'histoire du rhinosclérome* (Arch. d. physiol. norm. et pathol. 3^e Sér. VI, 1885).
140. CORNIL et BABES. — *Note sur le siège des bactéries dans la variole, la vaccine et l'érysipèle* (Soc. méd. hôp. Paris, 1883).
141. Id. — *Sur la topographie des bacilles dans l'anatomie pathologique de la tuberculose* (Bull. Acad. Méd. Paris, 2^e Sér. XII, 1883).
- 141 bis. Id. — *Les Bactéries et leur rôle dans l'anatomie et l'histologie pathologiques des maladies infectieuses* (2^e édit. Paris, 1886).
142. CORNIL et CHANTEMESSE. — *Etiologie de la pneumonie contagieuse des porcs* (C. R. Acad. Sc. Paris, CV, 1887).
143. CORNU. — (Bull. Soc. Bot. de France, XXIV, 1877, p. 134).
144. COSTANTIN. — *Les Mucédinées simples* (Paris, 1889).
145. COZE et FELTZ. — *Recherches cliniques et expérimentales sur les maladies infectieuses* (Strasbourg, 1872).
146. CSOKOR. — *Vergleichend pathologisch-anatom. Studien über den Rotz und die Tuberkulose des Pferdes* (Rev. f. Thierheilk, 1885 et 1886).
147. CUBONI. — *Bacterium maydis* (Atti R. Accad. Lincei. II, 1886).
148. CUBONI et MARCHIAFAVA. — *Nuovi stud. sulla natura della malaria* (Roma, 1881).
149. CUNNINGHAM. — *Relations of cholera to Schizomycete Organisms* (Scient. mem. by med. off. of the Army of India, Calcutta, 1886).
150. DALLINGER. — *The microscopical organisms and their relations to disease* (Jnal. of the Roy. Microscop. Soc. London, 1885).

151. DALLINGER et DRYSDALE. — *On the existence of flagella in Bacterium termo* (The monthly microscop. Jnal. 1878).
152. DAMASCHINO et CLADO. — *Microbes en bâtonnets de la diarrhée infantile* (C. R. Soc. Biol. Paris, 1884).
153. DAVAINÉ. — *Traité des entozoaires* (Paris, 1859). — *Recherches sur les vibrioniens* (C. R. Acad. Sc. Paris, 1864).
154. DAVAINÉ. — *Bactéries* (Dict. encyclop. d. Sc. méd., 1868).
155. Id. — *Recherches sur les infusoires du sang dans la maladie connue sous le nom de sang de rate* (C. R. Acad. d. Sc. Paris, LVII, 1863). — *Recherches sur la nature et la constitution anatomique de la pustule maligne* (Id. LX, 1865). — *Sur la présence constante des Bactéridies dans les animaux infectés de la maladie charbonneuse* (Id. LXI, 1865). — *Note en réponse à une communication de MM. LEPLAT et JAILLARD sur la maladie charbonneuse* (Id.). — *Action de la chaleur sur le virus charbonneux* (Id. LXVIII, 1873). — *Observations relatives aux expériences de M. BERT, sur la maladie charbonneuse* (Rec. de méd. vétér., 1877).
156. DAVAINÉ et RAIMBERT. — *Sur la présence des bactéridies dans la pustule maligne chez l'homme* (C. R. Acad. Sc. Paris, LIX, 1864).
157. DÉJÉRINE. — *Bacilles de KOCH dans la tuberculose calcifiée* (C. R. Soc. Biol. Paris, 1884).
158. DENEKE. — *Ueber eine neue den Choleraspirillen ähnliche Spaltpilz* (Deutsche med. Wochenschr. 1885).
159. DENUCÉ. — *Etude sur la pathogénie et l'anatomie pathologique de l'érysipèle* (Paris, 1886).
160. DETMERS. — *Remarks on a pathogenic Schizophyte. Micrococci of swine plague or hog-cholera* (Ann. and Magaz. of Nat. Hist. 5 th. Ser. VII, 1881).
161. DITTRICH. — *Ueber das Rhinosclerom* (Zeitschr. f. Heilkunde, VIII, 1887).
162. DOLÉRIS. — *La fièvre puerpérale et les organismes infectieux* (Paris, 1880).
163. DOR. — *Pseudo-tuberculose bacillaire* (C. R. Acad. Sc. Paris, CVI, 1888).

164. DOUTRELEPONT. — *Tuberkelbacillen im Lupus* (Monatschr. f. prakt. Dermat. II, 1883). — *Die Aetiologie der Lupus vulgaris* (Vierteljahr. f. Dermatol. u. Syphilis, 1884 et Deutsche Med. Wochenschr., 1887).
165. Id. — *Ueber Bacillen bei Syphilis* (Deutsche med. Wochenschr. 1885).
166. DOYEN. — *Recherches anatomiques et expérimentales sur le choléra épidémique* (Arch. d. physiol. normal. et pathol. 3^e Sér. VI, 1885). — *Le bacille virgule du choléra asiatique* (C. R. Soc. Biol. Paris, 1885).
167. DOWDESWELL. — *Sur une nouvelle espèce de microbe chromogène, le Bacterium rosaceum metalloïdes* (Annal. d. Micrographie, 1888-89).
168. DUBOIS. (R.). — *De la fonction photogénique chez le Pholas dactylus* (C. R. Acad. Sc. Paris, CV, 1887).
- 168 bis. Id. — *Sur la production de la lumière chez le Pholas dactylus* (C. R. Acad. Sc. Paris, CVII, 1888). — *Sur le rôle de la symbiose chez certains animaux marins lumineux* (Id. et C. R. Soc. Biol., Paris, 1889).
169. DUCLAUX. — *Mémoire sur le lait*. (Annal. d. Inst. agron., 1882). — *Le Lait. Études chimiques et microbiologiques* (Paris, 1887).
170. Id. — *Chimie biologique* (Encyclopédie chimique de FRÉMY, IX, 1883).
171. Id. — *Étude d'un microbe rencontré sur un malade atteint du clou de Biskra* (Bull. Acad. d. Méd., Paris, 1884 et Arch. de physiol. norm. et pathol., 1884).
172. Id. — *Sur la germination dans un sol riche en matières organiques, mais exempt de microbes* (C. R. Acad. Sc., Paris, C, 1885).
173. Id. — (Ann. Inst. PASTEUR, 1887, p. 412).
174. Id. — *Ferments et maladies* (Paris, 1882). — *Le microbe et la maladie* (Paris, 1886).
- 174 bis. DUCLAUX et BOUCHERON. — *Sur les microcoques recueillis dans les scrofulides bénignes, impétigo, acné pilaris des paupières et des narines* (C. R. Ass. franç. Avanc. d. Sciences, Nancy, 1886).
175. DUJARDIN. — *Histoire naturelle des zoophytes. Infusoires* (Paris, 1841).

176. DURAND-FARDEL. — *Les bacilles dans la tuberculose miliaire* (Arch. d. physiol. norm. et pathol. 3^e Sér. VII, 1886).
177. EBERTH. — *Einige Beobachtungen von pflanzlichen Parasiten bei Theiren* (VIRCHOW's Arch., XIII, 1858).
- 177 bis. Id. — *Der diphteritische Process* (Med. Centralbl., XI, 1873).
178. Id. — *Untersuchungen über Bakterien* (VIRCHOW's Arch. LXII, 1870). — *Zur Kenntniss d. bacteritischen Mykosen* (Leipzig, 1872). — *Zur Kenntniss der Mykosen bei Theiren* (VIRCHOW's Arch. LXXX, 1880).
179. Id. — *Die Organismen in d. Organen bei Typhus-abdominalis* (Id. LXXXI, 1880).
180. Id. — *Neue Untersuchungen über d. Bacillus d. Abdominaltyphus* (Id. LXXXIII, 1881).
181. Id. — *Zwei Mykosen des Meerschweinchens* (Id. C, 1885). — *Pseudo-Tuberculose des Kaninchens* (Fortschr. d. Med., 1885).
182. EBERTH et SCHIMMELBUSCH. — *Der Bacillus der Frettchen-suche* (Fortschr. d. Med. 1888).
183. EHLERS. — *Untersuchungen über den Rauschbrandpilz* (Rostock, 1884).
184. EHRENBERG. — *Die Infusionsthierchen als vollkommene Organismen* (Berlin, 1838).
185. EHRLICH. — *Ueber Erysipelas* (LANGENBECK's Arch., XX).
186. Id. — *Technik der Bakterien-Untersuchung* (Zeitschr. f. klin. Med., I et II, 1882 et Charité-Ann. 1886).
187. EISELSBERG (VON). — *Nachweis von Erysipelkokken in der Luft chirurgischer Krankenzimmer* (LANGENBECK's Arch. XXXV, 1887).
188. EISENBERG. — *Bemerkungen über Kartoffeldauerkulturen nach der Methode des Prof. SOYKA* (Centralbl. f. Bact. u. Parasit. III, 1888).
- 188 bis. Id. — *Zur Aetiologie der Puerperalfiebers* (Id. III, 1888).
189. EMMERICH. — *Ueber die Ursachen der Diphterie des Menschen und der Tauben* (Deutsche Med. Wochenschr. 1884).

190. EMMERICH. — *Pneumonicocccen in der Zwischen-Deckenfüllung als Ursache einer Pneumonieepidemie* (Fortschr. d. Med., 1884).
191. Id. — *Ueber die Cholera in Neapel und die in Choleraleichen und Cholerakranken gefundenen Pilze* (Arch. f. Hygiene, 1885).
192. ENGEL. — *Ueber die der OBERMEIER'schen Recurrensspirillen* (Berlin. klin. Wochenschr. 1873).
193. ENGELMANN. — *Bacterium photometricum. Ein Beitrag zur vergleichende Physiologie des Licht- und Farbensinns* (Untersuch. a. d. phys. Labor. zu Utrecht, 1882).
194. Id. — *Die Purpurbakterien und ihre Beziehungen zum Licht* (Bot. Zeitung, XLVI, 1888).
195. ENGLER. — *Ueber die Pilz-Vegetation des weissen oder todtten Grundes in der Kieler Bucht* (Ber. d. Commiss. z. Erforsch. deutsch. Meere, in Kiel, 1883).
196. ERIKSSON. — *Studier öfver leguminosernas rotknölar* (Akad. Atkandl. Lund. 1874).
197. ERMENGEM (VAN). — *Recherches sur un micro-organisme découvert par MM. FINCKLER et PRIOR dans le choléra sporadique* (Jnal. de Micrographie, 1884). — *Recherches sur le microbe du choléra asiatique* (Paris-Bruxelles, 1885).
198. ERNST (H.). — *An experimental research upon rabies* (Amer. Jnal. of the Med. Sc., 1887).
199. ERNST (P.) — *Ueber Kern- und Sporenbildung in Bakterien* (Zeitschr. f. Hygiene, VI, 1889).
200. ERRERA. — *Sur l'emploi de l'encre de Chine en Microscopie* (Bull. Soc. Belge d. Microscop., 1884).
201. ESCHERICH. — *Beiträge zur Kenntniss der Darmbakterien* (Münch. med. Wochenschr., 1886). — *Die Darmbakterien des Säuglings und ihre Beziehungen zur Physiologie der Verdauung* (Stuttgart, 1886).
202. Id. — *Die im Blute und den Organen Scharlachkranker gefundenen Mikroorganismen* (Centralbl. f. Bakt. u. Parasit. I, 1887).
203. ESMARCH. — *Ueber eine Modification des KOCH'schen Plattenverfahrens z. Isolirung und z. quantitat. Nachweis von Mikroorganismen.* (Zeitschr. f. Hygiene, I, 1886).

204. ÉTARD et OLIVIER. — *De la réduction des sulfates par les êtres vivants* (C. R. Acad. d. Sc., Paris, XCI, 1882).
205. EWART. — *On the Life-History of Bacillus anthracis* (Quart. Jnal. of. microscop. Sc. 1878).
206. FALKENHEIM. — *Ueber Sarcine* (Arch. f. experim. Path. u. Pharmac. XIX, 1885).
207. FEHLEISEN. — *Untersuchungen über den Erysipel* (Würzb. phys. med. Ges., 1881). — *Ueber die Züchtung der Erysipelcoccen auf künstlichen Nährboden und ihre Uebertragbarkeit auf Menschen* (Id. 1882). — *Die Aetiology des Erysipels* (Berlin, 1883).
208. FELTZ. — *Sur le rôle des vers de terre dans la propagation du charbon et sur l'atténuation du virus charbonneux* (C. R. Acad. Sc. Paris, XCV, 1882). — *De la durée de l'immunité vaccinale anticharbonneuse chez le lapin* (Id. XCV, 1882 et XC, 1884). — *Expériences démontrant que, dans certaines conditions, le virus charbonneux s'atténue dans la terre* (Id. CII, 1886).
209. FERNBACH. — *De l'absence des microbes dans les tissus végétaux* (Ann. Inst. PASTEUR, 1888).
210. FERRAN. — *Ueber die Morphologie des Kommabacillus* (Zeitschr. f. klin. Med. IX, 1885). — *Sur l'action pathogène et prophylactique du bacille-virgule* (C. R. Acad. Sc. Paris, C et CI, 1885).
211. Id. — (Gaceta med. Catal. XI, 1888).
212. FERRÉ. — *Contribution à l'étude séméiologique et pathogénique de la rage* (Ann. Inst. PASTEUR, 1888).
213. FINKLER et PRIOR. — *Ueber den Bacillus der Cholera nostras und seine Cultur* (57 Versamml. Naturfors. Magdeburg. 1884). — *Forschungen über Cholerabacterien* (Ergänzungshefte z. Centralbl. f. allg. Gesundheitspflege, I, 1885).
214. FISCHER (B.). — *Bacteriologische Untersuchungen auf einer Reise nach Westindien* (Zeitschr. f. Hygiene, II, 1887). — *Ueber eine neuen lichtentwickelnden Bacillus* (Centralbl. f. Bakt. u. Parasit. III, 1888).

215. FISCHER (H.). — *Ueber das Vorkommen von Sarcine in Mund und Lungen* (Deutsch. Arch. f. klin. Med. XXXVI, 1885).
216. FITZ. — *Ueber Schizomyceten-Gährungen* (Ber. d. deutsch. chem. Gesellsch. 1876-1884).
217. FLOTOW (VON). — (Nova Acta Acad. CÆSAR. LEOPOLD. CAROLIN. natur. curios. XX.)
218. FLÜGGE. — *Les Microorganismes...* (2^e édit. Trad. par HENRIJEAN, Bruxelles, 1887).
219. FOÀ et BORDONI-UFFREDUZZI. — *Sulla meningite cerebro-spinale epidemica* (Giorn. d. R. Accad. d. Med. 1886, et Arch. per le Sci. med. 1888).
220. FOKKER. — *Die Identität von Bacillus Anthracis und Bacillus subtilis* (Centralbl. f. d. med. Wiss. 1880). — *Zur Bacteriensfrage* (VIRCHOW's Arch. LXXXVIII, 1882).
221. FOL (H.). — *Sur un microbe dont la présence paraît liée à la virulence rabique* (C. R. Acad. Sc. Paris, CI, 1885).
222. FRANCKE. — *Ueber Aetiologie und Diagnose von Sarkom und Carcinom* (Münch. med. Wochenschr., 1888).
223. FRANK (A.). — *Zur Aetiologie des Abdominal-Typhus* (Bayer. ärztz. Intellig. Bl., 1881).
224. FRANK (B.). — (Bot. Zeitung, 1879).
225. Id. — *Ueber die Mikroorganismen des Erdbodens* (59 Versamml. deutsch. Naturfors. u. Aerzte, 1886).
226. FRANK (G.). — *Ueber Cholera nostras* (Zeitschr. f. Hygiene. IV, 1888).
- 226 bis. Id. — *Ueber Milzbrand* (Zeitschr. f. Hygiene. I. 1886). — *Ueber den Untergang der Milzbrandbacillen im Thierkörper* (Centralbl. f. Bakt. u. Parasit. IV, 1888).
227. FRÄNKEL (A.). — *Die genuine Pneumonie* (Congress d. med. int. Berlin, 1884). — *Bacteriologische Mittheilungen* (Deutsche med. Wochenschr., 1885). — *Weitere Beiträge zur Lehre von den Micrococcen der genuinen fibrinösen Pneumonie* (Zeitschr. f. klin. Med. X et XI, 1885).

- 227 bis. FRÄNKEL (A.). — *Ueber einen Bacterienbefund bei Meningitis cerebro-spinalis nebst Bemerkungen über die Pneumoniemicrococcen.* (Deutsche med. Wochenschr. 1886).
228. FRÄNKEL (E.) et SIMMONDS. — *Die ätiologische Bedeutung des Typhus-Bacillus* (Hamburg et Leipzig, 1886, et Zeitschr. f. Hygiene. II, 1887).
229. FRANKLAND (G. et F.). — *New typical organisms of water and earth.* (Proc. Roy. Soc. London XLIII, 1888).
230. FREIRE (D.). — *Recherches sur la cause, la nature et le traitement de la fièvre jaune* (Rio-de-Janeiro, 1880).
- 230 bis. Id. — *Premières recherches expérimentales sur la nature du cancer* (Rio-de-Janeiro, 1887).
231. FREIRE, GIBIER et REBOURGÉON. — *De la doctrine microbienne de la fièvre jaune et ses inoculations préventives.* (Rio-de Janeiro, 1885, et C. R. Acad. Sc. Paris, XCIX, 1884, et CIV, 1887).
232. FRIEDLÄNDER. — *Ueber die Schizomyceten bei der acuten fibrinösen Pneumonie* (VIRCHOW's Arch. LXXXVII, 1882). — *Die Micrococcen der Pneumonie* (Fortschr. der Med. 1883 et Berlin. klin. Wochenschr. 1883). — *Weitere Bemerkungen über Pneumonie-Micrococcen* (Fortschr. d. Med. 1884). — *Über Pneumonie-Micrococcen* (Id., 1885).
233. FRIEDREICH. — *Beiträge zur Kenntniss der Sputa* (VIRCHOW's Arch. XXX, 1864).
234. FRISCH. — *Die Milzbrandbacterien und ihre Vegetationen in d. lebenden Hornhaut* (Akad. d. Wiss. III, 1876). — *Ueber das Verhalten der Milzbrandbacillen gegen niedere Temperatur* (STRICKER's med. Jahrb. 1879).
- 234 bis. Id. — *Die Behandlung der Wuthkrankheit* (Wien. 1887).
235. GAFFKY. — *Zur Aetiologie des Abdominal-Typhus* (Mittheil. a. d. Kais. Gesundheit. II, 1884).
- 235 bis. Id. — *Ein Beitrag zum Verhalten der Tuberkelbacillen im Sputum* (Mittheil. a. d. Kais. Gesundheit. II, 1884).

236. GALIPPE. — *Micro-organismes dans les tissus végétaux* (C. R. Soc. Biol. Paris, 1887).
237. GALTIER. — *Les injections de virus rabique dans le torrent circulatoire ne provoquent pas l'éclosion de la rage et semblent conférer l'immunité. La rage peut être transmise par l'injection de la matière rabique* (C. R. Acad. Sc. Paris, XCIII, 1881). — *La rage envisagée chez les animaux et chez l'homme, au point de vue de ses caractères et de sa prophylaxie* (Lyon, 1887). — *Persistance de la virulence rabique dans les cadavres enfouis* (C. R. Acad. Sc. Paris, CVII, 1888).
238. GAMALEÏA. — *Sur la vaccination préventive du choléra asiatique* (Bull. Acad. Méd. Paris, 2^e Sér. XX, 1888).
239. Id. — *Discussion au sujet de quelques travaux relatifs à la vaccination antirabique des animaux* (Ann. Inst. PASTEUR, 1887). — *Sur les lésions rabiques* (Id. 1887). — *Sur les vaccinations préventives de la rage* (Id. 1887).
240. Id. — *Zur Aetiologie der Huhnercholera* (Centralbl. f. Bakt. u. Parasit. IV, 1888).
241. Id. — *Sur l'étiologie de la pneumonie fibrineuse chez l'homme* (Ann. Inst. PASTEUR, 1888).
- 241 bis. Id. — *Vibrio Metschnikovi et ses rapports avec le choléra asiatique* (Ann. Inst. PASTEUR, 1888). — *Vibrio Metschnikovi ; son mode naturel d'infection* (Id. 1888).
242. GARRÉ. — *Ueber Vaccine und Variola* (Deutsche med. Wochenschr. 1887).
243. GAUTIER. — *Sur les alcaloïdes dérivés de la destruction bactérienne ou physiologique des tissus animaux* (Bull. Acad. Méd. Paris, 2^e Sér. XV, 1886).
244. GAYON et DUPETIT. — *Recherches sur la réduction des nitrates par les infiniments petits* (Nancy, 1886).
245. GEDDES et EWART. — *On the Life-History of Spirillum* (Proc. Roy. Soc. London, XXVII, 1878).
246. GESSARD. — *De la pyocyanine et de son microbe* (Paris, 1882).
- 246 bis. Id. — Cité par DUCLAUX (171).

247. GIARD. — *Étude sur une bactérie chromogène des eaux de rouissage du lin* (Rev. d. Sc. nat. V, 1877).
248. Id. — *Sur le Crenothrix Kühniana, cause de l'infection des eaux de Lille* (C. R. Acad. Sc. Paris. XCV, 1882).
249. Id. — *Les habitants d'une plage sablonneuse* (Bull. Scient. du Départ. du Nord, XVII, 1886).
250. Id. — *Sur le Phragmidiothrix incrustans* (Bull. Scient. de la France et de la Belgique, XX, 1889).
251. Id. — *Sur la maladie infectieuse des Talitres phosphorescents* (C. R. Acad. Sc. Paris, CVIII, 1889).
252. GIARD et BILLET. — *Observations sur la maladie phosphorescente des Talitres et autres crustacés* (C. R. Soc. Biol., Paris, 1889).
253. GIBIER. — *De l'aptitude communiquée aux animaux à sang froid, à contracter le charbon par l'élévation de leur température* (C. R. Acad. Sc. Paris. XCIV, 1882).
254. Id. — *Recherches sur la rage* (C. R. Acad. Sc. Paris. XCVIII, 1884).
255. Id. — *Étude sur l'étiologie de la fièvre jaune* (C. R. Acad. Sc. Paris. CVII, 1888).
256. GIBIER et ERMENGEM (VAN). — *Recherches expérimentales sur le choléra* (C. R. Acad. Sc. Paris. CI. 1885).
257. GIOVANNINI. — *Die Mikroparasiten des männlichen Harnröhrentrippers* (Centralbl. f. med. Wissensch. 1886).
258. GLOBIG. — *Ueber Bacterien-Wachsthum bei 50 bis 70°*. (Zeitschr. f. Hygiene. III, 1887).
259. GOODSIR. — *History of a case in which a fluid periodically ejected from the stomach contained vegetable organismus of an undescribed form* (Edinburgh med. and surg. Jnal. LVII, 1842).
260. GROTEFELT (GOSTA-). — *Studien über die Zersetzungen der Milch. — I. Ueber rothe Milch* (Fortschr. d. Med. 1889).
261. GOTTSTEIN. — *Bemerkungen über das Färbungsverhalten der Tuberkelbacillen* (Deutsche med. Wochenschr. 1886, et Fortschr. d. Med. 1886).

262. GRAM. — *Ueber die isolirte Färbung der Schizomyceten in Schnitt- und Trochen-präparaten* (Fortschr. d. Med. II, 1884).
263. GRANCHER et LEDOUX-LEBARD. — *Tuberculose zooglëique* (Arch. d. méd. expërim. Paris, 1889).
264. GREENFIELD. — *On Bacillus anthracis* (Proc. Roy. Soc. London, 1879-80).
265. GRIGORJEW. — (Ruskaja Medizina, 1886).
266. GUIGNARD et CHARRIN. — *Sur les variations morphologiques des microbes* (C. R. Acad. Sc. Paris, CV, 1887).
267. GUTTMANN. — *Bacteriologische Untersuchung der Inhaltes der Pockenpusteln* (VIRCHOW's Arch. CVI, 1886). — *Bacteriologische Mittheilungen über Varicellen* (Berl klin. Wochenschr. 1886). — *Zur Kenntniss der Mikroorganismen im Inhalt der Pockenpusteln* (VIRCHOW's Arch. CVIII, 1887).
268. GUYARD. — *Sur l'ammoniurie* (Paris, 1883).
269. HABERKORN. — *Morphologie und genetische Relationfung von Pathogenen Bacterien* (Bot. Centralbl. X, 1882).
270. HAHN. — *Demonstration des Scharlacs auftretenden Schizomyceten* (Berlin. med. Geselsch., 1882.).
271. HALLIER. — *Die Pflanzenlichen Parasiten* (Leipzig, 1866). — *Parasitologische Untersuchungen* (Leipzig, 1868). — *Phytopathologie* (Leipzig, 1868).
272. Id. — *Zeitschrift für Parasitenkunde* (I, 1868).
273. HAMBURG. — *Ueber acute Endocarditis und ihre Beziehung zu Bacterien* (Berlin, 1880).
274. HANSEN (A.). — *Bacillus Lepræ* (VIRCHOW's Arch. LXXIX et XC).
275. HANSEN (C.). — *Contributions à la connaissance des organismes qui peuvent se trouver dans la bière et le moût de bière, et y vivre* (Meddelsér fra Carlsberg-Laborat. Copenhague. Résumé franç. 1879).
276. HANOT. — *Miliaire bactériidienne dans la fièvre typhoïde* (Rev. d. Méd, Paris, 1881).

277. HANOT. — *Contribution à l'étude de la tuberculose cutanée* (Arch. de physiol. norm. et pathol., 3^e sér. VIII, 1886).
278. HARTDEGEN. — *Zusammenfassender Bericht über den Gonococcus « NEISSER » und seine Beziehungen zur Gonorrhoe* (Centralbl. f. Bakt. u. Parasit. I, 1887).
279. HARTIG. — *Die pflanzlichen Wurzelparasiten* (Centralbl. f. Bakt. u. Parasit. III, 1888).
280. HASSE. — *Beobachtungen über die Sarcina ventriculi* (1847).
281. HAUSER. — *Ueber die Fäulnisbakterien* (Leipzig, 1885).
282. Id. — *Ueber Lungensarcine* (VIRCHOW'S Arch. 1887).
283. HEIBERG-HJALMAR. — *Dier puerperalen und pyaemischen Prozesse* (Leipzig, 1873). — *Om pyaemia og puerperalfieber* (Med. Diss. med. Salzkab. Norsk. Magaz. for Lægevelskt. 1879-80).
284. HEIMER. — *Ueber Pneumonomycosis sarcinica* (Deutsche Arch. f. klin. Med. XIX, 1877).
285. HELLRIEGEL. — *Ueber die Beziehungen der Bakterien zu der Stickstoffernährung der Leguminosen* (Zeitschr. d. Ver. f. Rübenzuck-Industr. d. deutsch Reichs, 1886 et 1888, en collaboration avec WILFRATH).
286. HELLER. — (GRIESINGER'S Arch., 1848 et Arch. f. physiol. u. pathol. Chemie, 1852).
287. HELMAN. — *Action du virus rabique introduit, soit dans le tissu cellulaire sous-cutané, soit dans les autres tissus* (Annal. Inst. PASTEUR, 1888).
288. HENLE. — *Anatomie générale* (Trad. franç. par JOURDAN, 1843).
289. HÉRICOURT. — *Les Bacilles courbes des eaux* (C. R. Acad. Sc., Paris, C, 1885).
290. HEYDENREICH. — (Wratsch, 1887).
- 290 bis. Id. — (St.-Pétersbourg, 1888).
291. HOCHSINGER. — *Zur Aetiologie des menschlichen Wundstarrkrampfes* (Centralbl. f. Bakt. u. Parasit. II, 1887).

292. HOFFMANN. — *Mémoire sur les Bactéries* (Trad. in Ann. Sc. Nat. Bot., 5^e sér., XI, 1869).
293. HÖGYES. — *Zur Kenntniss des Wuthgiftes* (Analysé in Centralbl. f. Bakt. u. Parasit. II, 1887). — *Le virus rabique des chiens des rues dans ses passages de lapin à lapin* (Ann. Inst. PASTEUR, 1888).
294. HOLSCHEWNIKOFF. — *Ueber die Bildung Schwefelwasserstoff durch Bakterien* (Fortschr. d. Med. 1889).
295. HÜPPE. — *Untersuchungen über die Zersetzungen der Milch durch Mikroorganismen* (Mittheil. a. d. Kais. Ges., II, 1884).
296. Id. — *Ueber die Dauerformen der sogenannten Kommabacillen* (Fortschr. d. Med., 1885).
- 296 bis. Id. — *Ueber Fortschritte in der Kenntniss der Ursachen der Cholera asiatica* (Berlin. klin. Wochenschr., 1887).
297. Id. — *Die Formen der Bakterien und ihre Beziehungen zu Gattungen und Arten* (Wiesbaden, 1886).
298. ISRAEL. — *Ueber die Bacillen der Rotzkrankheit* (Sitzung. d. Ges. d. Charité-Aerzte, 1883).
299. ITZIGSOHN. — (Sitzungsber. d. naturfors. Freunde zu Berlin, 1867).
300. JACKSCH (VON). — *Studien über d. Harnstoffpflz* (Zeitschr. f. phys. Chemie, V. 1881).
301. JAMIESON et EDINGTON. — *Observations on a methode of prophylaxis, and an investigation into the nature of the contagium of Scarlet fever* (Brit. Med. Jnal. 1887).
302. JOLY (A). — *De la présence des bacilles dans les crachats et de leur valeur séméiologique* (Rapp. de M. VILLEMIN sur le concours du Prix de l'Académie. — Bull. Acad. Méd. Paris, 1884).
303. JOLY et MUSSET. — *Communications sur l'hétérogénie* (C. R. Acad. Sc. Paris, LIII, LV, LVII, LVIII, 1862, 1863, 1864).
304. JOHNE. — *Zur Aetiologie des Hühnertuberculose* (Deutsche

- Zeitschr. f. Thiermed. u. vergl. Path., X). — *Primäre Tuberculose des Darmes und der Leber bei Hühnern* (Ber. ü. d. Veterin. im Königr. Sachsen, 1883).
305. KARLINSKI. — *Zur Kenntniss der Verbreitungswege des Milzbrandes* (Centralbl. f. Bakt. u. Parasit., V, 1889).
- 305^{bis}. Id. — *Ein neuer pathogener Spaltpilz, Bacillus murisepticus pleomorphus* (Centralbl. f. Bakt. u. Parasit. V, 1889).
306. KATZ. — *Marine phosphorescens Bacteria* (Proc. Linn. Soc. N. S. Wales, Syndey, 1887).
307. Id. — *A new method of cultur on potatoes* (Id. 1887).
308. KERN. — *Ueber ein neues Milchferment aus dem Kaukasus* (Bull. Soc. Imp. des Natural. de Moscou, 1881). — *Dispora caucasica, eine neue Bacterienform* (Biol. Centralbl. II).
309. KITASATO. — *Ueber die Reincultur eines Spirillum aus faulendem Blute, Spirillum concentricum* (Centralbl. f. Bakt. u. Parasit, III, 1888).
- 309^{bis}. Id. — *Ueber den Rauchbrandbacillus und sein Kulturverfahren* (Zeitschr. Hygiene VI, 1889).
310. KITT. — *Versuche über die Züchtung des Rotzpilze* (Jahresb. d. München Thierarz 1883-1885).
311. Id. — *Untersuchungen über den Stäbchenrothlauf der Schweine und dessen Schutzimpfung* (Centralbl. f. Bakt. u. Parasit. II, 1887).
312. Id. — *Der Rauschbrand* (Id. I, III, et VI, 1887, 1888, 1889).
313. KLEBS. — *Beiträge zur Kenntniss der pathogenen Schistomyceten* (Arch. f. exper. Pathol., u. Pharmac. III, IV, V, 1875-1876).
314. Id. — *Microsporon diphtericum* (Id. IV, 1875).
315. Id. — *Die Monadinen* (Id. VI, 1875).
316. Id. — *Der Micrococcus der Variola und Vaccine* (Id., X, 1879).
317. Id. — *Das Contagium der Syphilis* (Id., X, 1879).

318. KLEBS. — *Der Ileotyphus, eine Schizomycose* (Id., XII, 1880 et XIII, 1881).
319. Id. — *Tuberculose* (Prager med., Wochenschr., 1877).
320. Id. — *Mittheilungen zur Aetiologie der Cholera* (Correspond. Bl. f. schweiz. Aerzte, 1885). — *Die Biologie der Choleravibrionen* (Allg. Wien. med. Zeitung, 1887).
321. Id. — *Die Allgemeine Pathologie oder die Lehre von den Ursachen und dem Wesen der Krankheitsprocesse* (Jena, 1887).
322. KLEBS et TOMMASI-CRUDELI. — *Einige Sätze über die Ursachen der Wechselfieber und die Natur der Malaria* (Arch. f. exper. Pathol. u. Pharm., XI et XII, 1879).
323. KLEIN (E.). — *Experimental contribution to the etiology of infectious diseases with special reference to the doctrine of Contagium vivum* (Proc. Roy. Soc. London, XXVII, 1878).
324. Id. — *On the relation of pathogenic to septic bacteria, as illustrated by Anthrax cultivations* (Rep. med. Off. Loc. Gov., London, 1882).
325. Id. — (Quart. Journ. of Microscop. Sc. XC, 1883).
326. Id. — *On cholera Bacilli* (Jnal. of Science, VI, 1884, et Proc. Roy. Soc. London, XXXVIII, 1885).
- 326^{bis}. Id. — *Microbes et maladies* (2^e édit. Trad. par FABRE-DOMERGUE. Paris, 1885).
327. Id. — *The etiology of scarlet fever* (Proc. Roy. Soc. London, XLII, 1887).
- 327^{bis}. Id. — *On infectious Pneumoenteritis of the pig* (Rep. of the Med. Offic. of the Privy Council, 1877-78). — *Bemerkungen über die Aetiologie der Schweineseuche* (Fortshr. d. Med. VI, 1888).
328. Id. — *Ueber eine akute infectiöse Krankheit des schottischen Moorkuhnes, Lagopus scoticus* (Centralbl. f. Bakt u. Parasit VI, 1889).
329. Id. — *Ein Beitrag zur Aetiologie der croupösen Pneumonie* (Id. V, 1889).

330. KLEIN (L.). — *Botanische Bakterienstudien*. I. (Centralbl. f. Bakt. u. Parasit. VI, 1889).
331. KOCH (A.) — *Über Morphologie und Entwicklungsgeschichte einiger endosporer Bakterienformen* (Bot. Zeitung, 1888).
332. KOCH (R.). — *Die Aetiologie der Milzbrandkrankheit, begründet auf die Entwicklungsgeschichte des Bacillus Anthracis* (Beiträge z. Biol. d. Pflanzen, II, 2^e part., 1877). — *Zur Aetiologie des Milzbrandes* (Mittheil. des Kais. Gesundheitsamtes, 1881). — *Ueber die Milzbrandimpfung* (Kassel et Berlin, 1882).
333. Id. — *Verfahren zur Untersuchung, zum Conserviren und Photographiren der Bacterien* (Beitr. z. Biol. d. Pflanzen, II, 3^e part., 1877).
334. Id. — *Ueber die Aetiologie des Wundinfectionskrankheiten* (Leipzig, 1878). — *Neue Untersuchungen über Microorganismen bei infectiösen Wundkrankheiten* (Deutsche med. Wochenschr., 1878).
335. Id. — *Zur Untersuchung von pathogenen Organismen* (Mittheil. d. Kais. Gesundheitsamtes, 1881).
336. Id. — *Bacillus d. malignen Oedems, Bacillus d. Septicæmie bei Mäusen* (Mittheil. d. Kais. Gesundheitsamtes, 1881).
337. Id. — *Die Aetiologie der Tuberkulose* (Berlin. klin. Wochenschr., 1882. — Verhandl. d. Congress. f. inn. Med., Wiesbaden, 1882. — Mittheil. d. Kais. Gesundheitsamtes, II, 1884).
338. Id. — *Bericht der deutschen Cholera-Commission in Calcutta* (Berlin. klin. Wochenschr. 1884. — *Conferenz zur Erörterung der Cholerafrage* (Id. 1884). — *Ueber den Infectionsorganismus der Cholera* (Deutsche Med. Wochenschr. 1884. — Bot. Centralbl., XIX).
339. Id. — *Die Bekämpfung der Infectionskrankheiten* (Berlin, 1888).
340. KOCH, GAFFKY et LÖFFLER. — *Experimentelle Studien über die künstliche Abschwächung der Milzbrandbacillen*

und Milzbrandinfection durch Fütterung (Mittheil. des Kais. Gesundheitsamtes, 1882).

341. KÖNIG. — *Die Tuberculose der Knochen und Gelenke, auf Grund eigener Beobachtungen* (1883).
342. KÖSTER. — *Die embolische Endocarditis* (VIRCHOW's Arch. LXXII, 1878).
343. Koubassoff. — *Passage des microbes pathogènes de la mère au fœtus* (C. R. Acad. Sc. Paris, C, 1885).
344. KRANZFELD. — *Zur Kenntniss des Rotzbacillus* (Centralbl. f. Bakt. u. Parasit. II, 1887).
345. KRAUSE. — *Ueber einen bei der acuten infectiösen Osteomyelitis des Menschen vorkommenden Mikroccoccus* (Forstchr. d. Med. II, 1884).
346. KREIS. — *Beiträge zur Kenntniss der Gonococcen* (Wien. med. Wochenschr. 1885).
347. KÜNSTLER. — *Contribution à la technique des Bactériacées* (C. R. Acad. Sc. Paris, CV, 1887).
348. KURTH. — *Bacterium Zopfii* (Ber. d. deutsch. bot. Ges. 1883).
349. KÜTZING. — *Phycologia generalis* (Leipzig, 1843).
- 349 bis. Id. — *Tabulæ Phycologicæ* (Nordhausen, 1845-1869).
350. LACERDA (DE). — *Sur les formes bactériennes que l'on rencontre dans les tissus des individus morts de la fièvre jaune* (C. R. Acad. Sc. Paris, CV, 1887).
351. LANDOUZY et MARTIN. — *Sur quelques faits expérimentaux relatifs à l'histoire de l'héredo-tuberculose*. (Paris, Mémoires publiés sous la direction de M. le Prof. VERNEUIL, 1887).
352. LANGERHANS. — *Ueber die Verbreitung der Tuberkelbacillen in Körper* (VIRCHOW's Arch. CXII, 1888).
353. LANKESTER (RAY-). — *On a peach coloured Bacterium* (Quart. Jnal. of Microscop. Sci. XIII, 1873).
- 353 bis. Id. — *Further observations on a peach-red coloured Bacterium* (Id. XVI, 1876).
354. Id. — *On Comma-bacilli* (Pall-Mall Gaz. 1884, et Nature, XXXI, 1885).

- 354 bis. LANKESTER (RAY).— *The pleomorphism of Bacteria* (The Lancet, 1886).
355. LEBER. — *Entstehung der Zahncaries* (Sitzungsber. d. Berlin. med. Ges. 1867).
356. LEGRAIN — *Recherches sur les rapports qu'affecte le Gonococcus avec les éléments du pus blennorrhagique* (Arch. d. physiol. norm. et pathol. Paris, 1887). — *Les microbes des écoulements de l'urètre* (Nancy, 1889).
357. Id. — *Sur une septicémie gangréneuse des grenouilles* (C. R. Soc. Biol. Paris, 1888).
358. LEHMANN. — *Studien über Bacterium phosphorescens FISCHER* (Centralbl. f. Bakt. u. Parasit. V, 1889).
359. LEISTIKOW. — *Ueber Bakterien bei den venerischen Krankheiten* (Charité Ann. VII, 1882).
360. LELOIR. — *Études comparées sur la lèpre* (C. R. Acad. Sc. Paris, CI, 1885). — *Traité pratique et théorique de la lèpre* (Paris, 1886).
361. LEPLAT et JAILLARD. — *Sur la non-existence des Bactéridies chez les lapins morts à la suite de l'inoculation du charbon, avec les phénomènes du sang de rate* (C. R. Acad. Sc. Paris, LXI, 1865).
362. LESAGE. — *De la dyspepsie et de la diarrhée verte des enfants du premier âge* (Rev. d. Méd. Paris, 1887 et 1888). — *Du Bacille de la diarrhée verte des enfants du premier âge* (Arch. d. phys. norm. et pathol. Paris, 1888).
363. LETZERICH. — *Zur Kenntniss der Diphteritis* (VIRCHOW'S Arch. XLVII, LII, LV, 1869, 1871, 1872). — *Experimentelle Untersuchungen über die morphologischen Unterschiede einiger pathogenen Schistomyceten* (Arch. f. experim. Pathol. u. Pharmac. XII, 1880). — *Mikrochemische Reactionen des Diphteriepilzes* (Berlin. klin. Wochenschr. 1874).
364. Id. — *Studien über Typhus abdominalis* (VIRCHOW'S Arch. LXVIII, 1876). — *Experimentelle Untersuchungen über Typhus abdominalis* (Arch. f. exper. Pathol. u. Pharm. IX, 1878).

365. LEUBE. — *Ueber ammoniakalische Harngährung* (VIRCHOW's Arch. C, 1885).
366. LEEUWENHOEK. — *Opera omnia, sive arcana naturæ detecta* (Leyde, 1722).
367. LEWIS. — *On the microscopic organisms found in the blood of man and animals* (Calcutta, 1879).
368. Id. — *Memorandum on the « Comma-shaped Bacillus »* (The Lancet, 1884).
369. LEYDEN. — *Die Mikrokokken der Cerebrospinal-Meningitis* (Centralbl. f. klin. Med. 1883).
370. LIBORIUS. — *Beiträge zur Kenntniss des Sauerstoffbedürfnisses der Bakterien* (Zeitschr. f. Hygiene, I, 1886).
371. LINDNER. — *Die Sarcina-Organismen der Gährungs-Gewerbe* (Berlin, 1888).
372. LISTER. — (Quart. Jnal. of Microscop. Sci. XIII, 1873).
373. Id. — *A further contribution to the natural history of Bacteria and the germ theory of fermentatives changes* (Quart. Jnal. of Microscop. Sci. XIII, 1873 et Edinburgh. 1875). — *On the relation of micro-organisms to disease* (Quart. Jnal. of Microscop. Sci. XCI, 1881).
374. LÖFFLER. — *Die Immunitätsfrage* (Mittheil. a. d. Kais. Gesundheitsamtes, I, 1881). — *Vorlesungen über die geschichtliche Entwicklung der Lehre von den Bakterien* (Leipzig, 1887).
375. Id. — *Untersuchungen über die Bedeutung der Microorganismen für die Entstehung der Diphtherie beim Menschen, bei der Taube und beim Kalbe* (Mittheil. a. d. Kais. Gesundheitsamtes, II, 1884). — *Weitere Untersuchungen über die Diphtherie-Bacillen* (Berlin. milit. Ges. 1887).
376. Id. — *Experimentelle Untersuchungen über Schwere-Rothlauf* (Arbeit. aus d. Kais. Gesundheitsamtes, I, 1885).
377. Id. — *Die Aetiologie der Rotzkrankheit* (id. I, 1886).
378. Id. — *Eine neue Methode zum Färben der Mikro-*

organismen, in besonderen ihrer Wimperhaare und Geisseln (Centralbl. f. Bakt. u. Parasit. VI, 1889).

379. LÖFFLER et SCHÜTZ. — *Ueber den Bacillus des Rotzkrankheit* (Mittheil. a. d. Kais. Gesundheitsamtes, 1882).
380. LOSTORFER. — *Ueber das Vorkommen von Pilzen im Blut gesunder Menschen* (Med. Jahrb. 1874).
381. LUBARSCH. — *Ueber Abschwächung der Milzbrandbacillen im Froschkörper* (Fortschr. d. Med. 1888).
382. LUDWIG. — *Beitrag zur Frage der Entstehung und Verbreitung des Abdominaltyphus* (Württemberg. med. Corresp. Bl. 1882).
383. Id. — *Einiges über Rotzpilze* (Centralbl. f. Bakt. u. Parasit. I, 1887).
384. LUERSSEN. — (Trad. in Rev. Internat. Sci. Paris, 1880).
385. LUGINBÜHL. — *Der Micrococcus der Variola. Ein Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der Variolapustel* (Verhandl. d. phys. med. Ges. Würzburg, IV, 1872).
386. LUKOMSKY. — *Untersuchungen über Erysipel* (VIRCHOW'S Arch. LX).
387. LUNDSTRÖM. — *Studier öfver Gonococcus « NEISSER »* (Helsingfors, 1885).
388. LUSTGARTEN. — *Ueber specifische Bacillen in syphilitischen Krankheitsproducten* (Wien. med. Wochenschr. 1884). — *Die Syphilisbacillen* (Wien, 1885).
389. LUSTIG. — *Bacteriologische Studien über Cholera asiatica* (Zeitschr. f. Hygiene. III, 1887).
390. LUTZ. — *Zur Morphologie des Mikroorganismus der Lepra* (Dermatol. Stud. herausg. v. UNNA, Hamburg, I, 1886).
391. LYDTIN et SCHOTTELIUS. — *Der Rothlauf der Schweine* (Wiesbaden, 1885).
392. MACÉ. — *Sur les caractères des cultures du Cladothrix dichotoma* (C. R. Acad. Sc. Paris, V, 1888).
393. Id. — *Traité pratique de bactériologie* (Paris, 1889).
394. MADDOX. — *On some microorganisms from rain, water,*

ice and hail (Jnal. of the Roy. Microscop. Soc. 2^e Sér., II, 1882).

395. MALASSEZ. — Cité par STRAUS et ROUX (582).
396. MALASSEZ et VIGNAL. — *Tuberculose zooglœique* (C. R. Acad. Sc. Paris, XCVII, 1883 et C. R. Soc. Biol. Paris, 1883). — *Sur le micro-organisme de la tuberculose zooglœique* (C. R. Acad. Sc. Paris, XCIX, 1884 et Arch. d. physiol. norm. et pathol. 3^e Sér. II et IV, 1883 et 1884).
397. MALERBA et SANNA-SALARIS. — (Arch. Ital. Biol. X, 1889).
398. MARCANO. — *Fermentation de la fécule. Présence d'un vibrion dans la graine de maïs qui germe et dans la tige de cette plante* (C. R. Acad. Sc. Paris, XCV, 1882).
399. MARCHAND. — *Botanique cryptogamique* (Paris, 1883).
400. MAROTTA. — *Ricerche sul microparassitica del vajuolo* (Riv. clin. e. terap., VIII, 1886).
401. MARTINEAU et HAMONIC. — *De la bactéridie syphilitique, de l'évolution syphilitique chez le porc* (C. R. Acad. Sc. Paris, XCV, 1882).
402. MATTEI (DI). — *Sulla trasmissione di alcune immunità artificiali dalla madre al feto* (Boll. d. Accad. Med., Roma, 1888).
403. MATTIROLO et BUSCALIONI. — *Si contengono bacteri nei tubercoli radiculi delle Leguminose?* (Malpighia, 1887).
404. MAYRHOFER. — *Vibrionen als Krankheitsursache des Puerperalfiebers* (Monatsschr. f. Geburtsk. u. Frauenkrankheit. XXV, 1865).
405. MENDOZA. — *Zur Eigenwegung der Mikrokokken* (Centralbl. f. Bakt. u. Parasit. VI, 1889).
406. METSCHNIKOFF. — *Bericht über die Untersuchungen betreffend das Rinderpestcontagium* (Russ. Med. 1886).
407. Id. — *Sur la lutte des cellules de l'organisme contre l'invasion des microbes* (Ann. Inst. PASTEUR, 1887). — *Recherches sur la digestion intracellulaire* (Id., 1889).
408. Id. — *Ueber den Phagocytenkampf beim Rückfalltyphus* (VIRCHOW's Arch. CIX, 1887).
409. Id. — *Sur l'atténuation des bactéridies char-*

- bonneuses dans le sang des moutons réfractaires* (Ann. Inst. PASTEUR, 1887). — *Ueber das Verhalten der Milzbrandbakterien im Organismus* (VIRCHOW'S Arch. CXIV, 1888).
410. METSCHNIKOFF. — *Ueber den Kampf der Zellen gegen Erysipelkokken* (VIRCHOW'S Arch. CVII, 1887).
411. Id. — *Pasteuria ramosa; un représentant des Bactéries à division longitudinale* (Annal. Inst. PASTEUR, 1888).
412. Id. — *Ueber die Phagocytäre Rolle der Tuberkelriesenzellen* (VIRCHOW'S Arch., CXIII, 1888).
413. Id. — *Contributions à l'étude du pléomorphisme des Bactériens* (Ann. Inst. PASTEUR, 1889).
414. Id. — *Etude sur l'immunité* (Id. 1889).
415. Id. — *Sur le pléomorphisme des Bactéries* (Id., 1889).
416. MEYER (LOTHAR-). — *Jnal. f. prakt. Chemie*, XCI).
417. MEYER (W). — *Untersuchungen über den Bacillus des Abdominaltyphus* (Berlin, 1881)
418. MILLER. — *Der Einfluss der Microorganismen auf die Caries der menschlichen Zähne* (Arch. f. exper. Path. u. Pharmac. XVI, 1882). — *Gährungsvorgänge im menschlichen Munde; ihre Beziehung zur Caries der Zähne und zu diversen Krankheiten* (Deutsche Med. Wochenschr., 1884). — *Ueber die Caries der Zähne* (Correspondenzbl. f. Zahnärzte, XIII, 1884). — *Ueber den jetzigen Stand unserer Kenntnisse der parasitären Krankheiten der Mundhöhle und der Zähne* (Centralbl. f. Bakt. u. Parasit. I, 1887).
- 418 bis. Id. — *Zur Kenntniss der Bakterien in der Mundhöhle* (Deutsche med., Wochenschr., 1884).
419. Id. — *Ueber einen Zahnschimmelpilz, Leptothrix gigantea* (Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch., 1883).
420. MIQUEL. — *Des organismes vivants de l'atmosphère* (Paris, 1883).
421. Id. — (Bull. Soc. chim. Paris, XXXI, 1879). — *Ann. de Montsouris*, 1882).

422. MIQUEL. — *Sur les ferments de l'urée* (Ann. d. Montsouris, 1889).
423. Id. — *Analyse micrographique des eaux* (Ann. d. Montsouris, 1886).
424. Id. — *Analyse* id. (Id., 1888).
425. MOCZUKOWSKY. — *Materialen zur Pathologie und Therapie des Rückfallstypus* (Deutsch., Arch. f. Klin. Med., XXIV, 1879).
426. MORISON. — *Ueber das Vorkommen von Bakterien bei Syphilis* (Wien. med. Wochenschr., 1883).
427. MOTTE et PROTOPOPOFF. — *Ueber einen Mikroben welcher beim Kaninchen und Hund eine Krankheit, vollkommen ähnlich der paralytischen Rabies hervorbringt* (Wratsch, 1887).
428. MÜLHAÜSER. — *Ueber Spirillen* (VIRCHOW's Arch., XCVII, 1884).
429. MÜLLER (F.). — *Ein Fall von Lepra* (Deutsch., Arch. f. klin. Med., XXXIV).
430. MÜLLER (O. F.). — *Vermium terrestrium et fluviatilium historia* (1774). — *Animalcula infusoria fluviatilia et marina* (1786).
431. MUNTZ. — *De quelques faits d'oxydation et de réduction produits par les organismes microscopiques du sol* (C. R. Acad. Sc., Paris, CI, 1885).
432. NÄGELI (VON). — *Die niederen Pilze in ihren Beziehungen zu den Infectiouskrankheiten und der Gesundheitspflege* (München, 1877).
433. Id. — *Untersuchungen über niedere Pilze* (München, 1882).
434. NAUWERCK. — *Ueber Pneumonomycosis und Pharyngomycosis sarcinica* (Schweiz. ärztl., Corresp. Bl., 1881).
435. NEELSEN. — *Studien über die blaue Milch* (Beitr. z. Biol. d. Pflanzen., III, 2^e part., 1880).

436. NEISSER. — *Cultur des Leprapilzes* (Breslauer ärztl. Zeitschr., 1879). — *Weitere Beiträge zur Aetiologie der Lepra* (VIRCHOW's, Arch., LXXXIV, 1881. — *Histologische und bacteriologische Lepra-Untersuchungen* (Id., CIII, 1886).
437. Id. — *Ueber den Pilz der Gonorrhoe* (Med. Centralbl. 1879). — *Die Mikrokokken der Gonorrhoe* (Deutsche med. Wochenschr., 1882).
438. Id. — *Versuche über die Sporenbildung bei Xerosebacillen, Streptokokken und Choleraspirillen* (Zeitschr. f. Hygiene, IV, 1888).
439. NEPVEU. — *Sur la présence de Bactéries dans le sang des érysipélateux* (C. R. Soc. Biol., Paris, 1870).
440. NETTER. — *De l'endocardite végétante ulcéreuse d'origine pneumonique* (Arch. de physiol. norm. et pathol., 3^e sér. VIII, 1886).
441. Id. — *De la méningite due au pneumocoque avec ou sans pneumonie* (Arch. génér. d. Méd., Paris, 1887).
442. Id. — *Du Streptococcus pyogenes dans la salive des sujets sains* (C. R. Soc. Biol., Paris, 1888).
443. NEUHAUSS. — *Nachweis der Typhusbacillen am Lebenden* (Berlin. klin. Wochenschr., 1886).
444. NICAISE, POULET et VAILLARD. — *Nature tuberculeuse des hygromas et des synovites tendineuses à grains riziformes* (Rev., de Chir. 1885).
445. NICATI. — *Sur diverses épizooties de diphtérie des oiseaux de basse-cour observées à Marseille, et sur les relations possibles de cette maladie avec la diphtérie de l'espèce humaine* (C. R. Acad. Sc., Paris, LXXXVIII, 1879).
- 445 bis. NICATI et RIETSCH. — *La vitalité du microbe du choléra* (Rev. Scient., Paris, 1884). — *Odeur et effets toxiques des produits de la fermentation produite par les bacilles en virgule* (C. R. Acad. Sc., Paris, XCIX. 1884).
446. Id. — *Recherches sur le choléra* (Arch. d. physiol. norm. et pathol., 3^e sér. VI, 1885).
447. NICOLAIER. — *Beiträge zur Aetiologie des Wundstarr-*

- krampf* (Göttingen, 1885). — *Ueber infectiösen Tetanus* (Deutsche med. Wochenschr. 1884).
448. NOCARD. — *Études sur l'inoculation du suc musculaire et du lait non bouilli des vaches tuberculeuses* (Rec. méd. vétér., Paris, 1885).
449. Id. — *Tuberculose zooglèique* (Rec. méd. vétér., Paris, 1885).
450. Id. — *Sur la mammite gangréneuse des brebis laitières* (Ann. Inst. PASTEUR, 1887).
451. Id. — *Sur le farcin du bœuf* (Id. 1888).
452. NOCARD et MOLLEREAU. — *Sur une mammite contagieuse des vaches laitières* (Ann. Inst. PASTEUR, 1887).
453. NOCARD et ROUX. — *Sur la récupération et l'augmentation de la virulence de la bactérie du charbon symptomatique* (Ann. Inst. PASTEUR, 1887).
454. Id. — *Sur la culture du bacille de la tuberculose* (Ann. Inst. PASTEUR, 1887).
455. Id. — *Expériences sur la vaccination des ruminants contre la rage, par injection intraveineuse de virus rabique* (Ann. Inst. PASTEUR, 1888).
456. NOCARD. — NOCARD et THOINOT. — *Tuberculose zooglèique* (Bull. Soc. centr. vétér. 1885 et C. R. Soc. Biol. Paris, 1888).
457. OBERMEIER. — *Untersuchungen des Recurrensblutes* (Berl. med. Ges. 1873).
458. OERSTED. — (Natur. Tidsskrift, III, 1840-41).
459. OERTEL. — *Experimentelle Untersuchungen über Diphtherie* (Deutsch. Arch. f. klin. Med. VIII. 1871). — *Die Pathogenese der epidemischen Diphtherie* (Leipzig, 1887).
460. OGSTON. — *Micrococcus poisoning* (Jnal. of. Anat. and Phys., 1882).
461. OLLIVE. — *Sur la résistance des moutons de la race barbarine à l'inoculation au charbon* (C. R. Acad. Sc. Paris, LXXXIX, 1879).
462. ORTH. — *Untersuchungen über Puerperalfieber* (VIRCHOW'S Arch. LVIII, 1873).

463. ORTH. — *Untersuchungen über Erysipel* (Arch. f. exper. Pathol. u. Pharm. I, 1873).
464. Id. — *Ueber die Form der pathogenen Bakterien* (VIRCHOW's Arch., LIX, 1874). — *Ueber die Schizomyceten und ihre Beziehungen zu Krankheiten* (Arch. f. wiss. u. prakt. Thier. Berlin, III, 1877).
465. OSOL. — *Experimentelle untersuchungen über das Antraxgift* (Dorpat, 1885).
466. PALTAUF et EISELSBERG (VON). — *Zur Aetiologie des Rhinoleroms* (Fortschr. d. Med. 1886).
467. PAMPOUKIS. — *Les bacilles du rouget* (Arch. d. phys. norm. et pathol., 3^e Sér. VII, 1886).
468. PASSET. — *Untersuchungen über die Aetiologie der eitrigen Phlegmone des Menschen* (Berlin, 1885).
469. PASTEUR. — *Mémoire sur la fermentation appelée lactique* (C. R. Acad. Sc. Paris, XLV, 1857).
- 469 bis. Id. — *Mémoire sur la fermentation alcoolique* (Id. XLV, 1857 et XLVII, 1858).
470. Id. — *Mémoire sur la fermentation de l'acide tartrique* (Id. XLVI, 1858).
471. Id. — *Expériences relatives aux générations dites spontanées* (Id. L. et LI, 1860). — *De l'origine des ferments* (Id. L, 1860). — *Mémoire sur les corpuscules organisés qui existent en suspension dans l'atmosphère ; examen de la doctrine des générations spontanées* (Id. LII, 1861). — *Discussion relative à la génération spontanée*. (Id. LIII, LVI, LVII, LVIII, 1861, 1863, 1864).
472. Id. — *Animalcules infusoires vivant sans oxygène libre et déterminant des fermentations* (Id. LII, 1861).
473. Id. — *Recherches sur la putréfaction* (Id. LVI, 1863).
474. Id. — *Sur la fermentation ammoniacale de l'urée* (Ann. d. Chim. et Phys. Paris, 3^e sér. LXIV, 1863).
475. Id. — *Études sur le vin* (Paris 1866), *et sur la bière* (1876).
476. Id. — *Études sur les mycodermes. Rôle de ces plantes dans la fermentation acétique* (C. R. Acad. Sc. Paris, LIV et LV, 1862).

477. PASTEUR. — *Sur la maladie des vers à soie, désignés vulgairement sous le nom de morts-blancs ou morts-flats* (Id. XCV, 1868). — *Etudes sur la maladie des vers à soie* (Paris, 1870).
478. Id. — *Sur le vibrion septique* (Bull. Acad. Méd. Paris, 1877).
479. Id. — *Étiologie des maladies charbonneuses* (Bull. Acad. Méd. Paris, 1879). — *Recherches sur l'étiologie et la prophylaxie de la maladie charbonneuse dans le département d'Eure-et-Loir* (Rec. d. méd. vétér. 1879). — *Expériences tendant à démontrer que les poules vaccinées pour le choléra sont réfractaires au charbon* (C. R. Acad. Sc. Paris, XCI, 1880). — *Sur l'étiologie des affections charbonneuses* (Id. XCI, 1880). — *Nouvelles observations sur l'étiologie et la prophylaxie du charbon* (Id. XCI, 1880). — *Résultats des vaccinations charbonneuses pratiquées pendant les mois de juillet, août et septembre 1881* (Arch., vétér., 1882). — *Une statistique au sujet de la vaccination préventive contre le charbon, portant sur quatre-vingt-cinq mille animaux* (Id. XCV, 1882). — *Réponse au D^r KOCH* (Rev. Scient. XXXI, 1883). — *Sur la vaccination charbonneuse* (C. R. Acad. Sc. Paris, XCVI, 1883).
480. Id. — *Sur les maladies virulentes, et en particulier sur la maladie appelée vulgairement choléra des poules* (Id. XC, 1880). — *De l'atténuation du virus du choléra des poules* (Id. XCI, 1880). — *Sur le choléra des poules. Étude des conditions de la non-récidive de la maladie et de quelques autres de ses caractères* (Bull. Acad. Méd. Paris, 2^e sér. IX, 1880). — *Relations de la variole et de la vaccine; choléra des poules* (Id. 2^e sér. IX, 1880).
481. Id. — *De l'extension de la théorie des germes à l'étiologie de quelques maladies communes* (C. R. Acad. Sc. Paris, XC, 1880).
482. Id. — *Méthode pour prévenir la rage après morsure* (Id. CI, 1885). — *Résultats de l'application de la méthode pour prévenir la rage après morsure* (Id. CII, 1886). — *Nouvelle communication sur la rage* (Id. CII, 1886). —

- Lettre sur la rage à M. DUCLAUX* (Ann. Instit. PASTEUR, 1887).
483. PASTEUR et JOUBERT. — *Sur la fermentation de l'urine* (C. R. Acad. Sc. Paris, LXXXIII et LXXXIV, 1876 et 1877).
484. Id. — *Étude sur la maladie charbonneuse* (Id. LXXXIV, 1877).
485. Id. — *Charbon et septicémie* (Id. LXXXV, 1877).
486. PASTEUR, JOUBERT et CHAMBERLAND. — *Sur le charbon des poules* (Id. LXXXV, 1878).
487. Id. — *La théorie des germes et ses applications à la Médecine et à la Chirurgie* (Id. LXXXVI, 1878).
488. PASTEUR et CHAMBERLAND. — *Sur la non-récidive de l'affection charbonneuse* (Id. XCI. 1880).
489. PASTEUR, CHAMBERLAND et ROUX. — *De la possibilité de rendre les moutons réfractaires au charbon par la méthode des inoculations préventives* (Id. XCII, 1881). — *De l'atténuation des virus et de leur retour à la virulence* (Id. XCII, 1881). — *Le vaccin du charbon* (Id. XCII, 1881). — *Compte-rendu sommaire des expériences faites à Pouilly-le-Fort, près Melun, sur la vaccination charbonneuse* (Id. XCII, 1881). — *Longue durée de vie et conservation des germes charbonneux dans les terres cultivées* (Bull. Acad. Méd. Paris, 2^e sér. X, 1881).
490. Id. — *Communication sur la rage* (C. R. Acad. Sc. Paris, XCVIII, 1884).
491. PASTEUR, CHAMBERLAND, ROUX et THUILLIER. — *Sur la rage* (Id. XCII, 1881). — *Nouveaux faits pour servir à la connaissance de la rage* (Id. XCV, 1882).
492. PASTEUR et THUILLIER. — *Sur le rouget, ou mal rouge des porcs* (Id., XCV, 1882). — *La vaccination du rouget des porcs à l'aide du virus mortel atténué de cette maladie* (Id. XCVII. 1883).
493. PERRONCITO. — *Iparassiti dell' uomo e degli animali utili ; delle più comuni malattie da essi prodotte : profilassi e cura relativa* (Napoli, 1882).

494. PERRONCITO. — *Sull'attenuazione del virus carbonchioso* (Atti R. Acc. d. Lincei, VIII, 1882-1883). — *Sulla tenacità del virus carbonchioso nelle sue forme di spora, di Bacillus Anthracis* (Id.). — *Studien über Immunität gegen Milzbrand* (Centralbl. f. Bakt. u. Parasit. V, 1889).
495. PETER. — *Plomaïnes, leucomaïnes et microbes* (Bull. Acad. Méd. Paris, 2^e sér. XV, 1886).
496. PETRI. — *Zusammenfassender Bericht über Nachweis und Bestimmung der pflanzlichen Mikroorganismen in der Luft* (Centralbl. f. Bakt. u. Parasit. II, 1887).
497. PETRONE. — *Studio sperimentale sul colera* (Gazz. d. ospit. 1886).
498. PFEIFFER. — *Ueber einen neuen Kapsel-Bacillus* (Zeitschr. f. Hygiene, VI, 1889).
- 498 bis. PFUHL. — (Centralbl. f. Bakt. u. Parasit. IV, 1888).
499. PIPPING. — *Kapselkokken bei der Bronchopneumonie* (Fortschr. d. Med. 1886).
500. PIROTTA. — *Per la storia dei batteroidi delle Leguminose* (Malpighia, 1888).
501. PLAUGHUD. — *Sur la réduction des sulfates par les sulfuraux, et sur la formation des sulfures naturels* (C. R. Acad. Sc. Paris, XCV, 1882).
502. PLAUT. — *Zur Sterilisations Technik* (Centralbl. f. Bakt. u. Parasit. III, 1888).
503. POHL-PINKUS. — *Mikrokokken in dem Epidermisschuppen von Scharlachkranken in der Schälungsperiode* (Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1883).
504. POINCARÉ. — *Sur la production du charbon par les pâturages* (C. R. Acad. Sc. Paris, XCI, 1880).
505. POELS. — *Die Mikrokokken der Drüse der Pferde, Coryza contagiosa equorum.* (Fortschr. d. Med. VI, 1888).
506. POMMER. — *Ein Beitrag zur Kenntniss der fadenbildender Bakterien* (Mittheil. bot. Inst. zu Graz, I, 1886).
507. PONCET. — *Note sur le clou de Gafsa* (Ann. Inst. PASTEUR, 1887).
508. POUCHET. — *Hétérogénie ou génération spontanée* (Paris, 1859 — et C. R. Acad. Sc. Paris, XLVII, XLVIII, L, LI, LV, LVII, LVIII, 1858, 1859, 1860, 1862, 1863, 1864).

509. POUCHET et HOUZEAU. — *Expériences sur les générations spontanées. Développement de certains proto-organismes végétaux dans de l'air artificiel* (C. R. Acad. Sc. Paris, XLVII, 1858).
510. POUCHET, JOLY et MUSSET. — *Expériences sur l'hétérogénéité* (Id. LVII, 1863).
511. PRAŽMOWSKI. — *Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte und Fermentwirkung einiger Bakterien-Arten* (Leipzig, 1880).
- 511 bis. Id. — *Ueber den genetischen Zusammenhang der Milzbrand- und Heubakterien* (Biol. Centralbl. IV, 1884). — *Entwicklungsgeschichte und Morphologie von Bacillus Anthracis* (Akad. d. Wiss. in Krakau, 1884).
512. Id. — *Ueber Sporenbildung bei den Bakterien* (Akad. d. Wiss. in Krakau, 1888).
- 512 bis. Id. — *Ueber die Wurzelknöllchen der Leguminosen* (Bot. Centralbl. XXXVI, 1888).
513. PRILLIEUX. — *Sur la coloration et le mode d'altération de grains de blé roses*. (Ann. Sc. Nat. Bot., 6^e sér., VIII, 1878, et Bull. Soc. Bot. France, 1879).
- 513 bis. Id. — *Sur la nature et sur la cause de la formation des tubercules qui naissent sur les racines des légumineuses* (Bull. Soc. Bot. France, 1879).
514. PROVE. — *Micrococcus ochroleucus, eine neue chromogene Spaltpilzform* (Beitr. z. Biol. d. Pflanzen IV, 3^e p., 1887).
515. PRUDDEN. — *On the etiology of diphtherie* (Americ. Jnal. of Med. Sc. 1889).
516. PÜTZ. — *Ueber die Beziehungen der Tuberkulose des Menschen zur Tuberkulose der Thiere* (Stuttgart, 1883).
517. RABENHORST-WINTER. — *Kryptogamen-Flora von Deutschland, Oesterich und der Schweiz. I. Pilze* (2^e édit. Leipzig, 1884).
518. RALPH. — *On the occurence of Bacteria (Bacilli) in living plants* (Proc. Roy. Soc. Victoria, XX, 1884).
519. RANSOME. — *Bacilli in condensed aqueous vapour of the*

- breast of phthisal persons* (Proc. Roy. Soc. London, XXXIV, 1882).
520. RAPPIN. — *Des bactéries de la bouche à l'état normal et dans la fièvre typhoïde* (Paris, 1881).
521. Id. — *Recherches sur l'étiologie des tumeurs malignes* (Nantes, 1887). — *Sur le microbe du carcinome* (C. R. Soc. Biol. Paris, 1887).
522. RASMUSSEN. — *Om Dryckning af Microorganismer fra spyt of sunde menesker* (Copenhagen, 1883).
523. RAULIN. — *Études chimiques sur la végétation* (Ann. Sc. Nat. Bot. 5^e Sér. XI, 1869).
524. RAYER — *Inoculation du sang de rate* (C. R. Soc. Biol. Paris, 1850).
525. RAYMOND et ARTNAUD. — *Recherches expérimentales sur l'étiologie de la tuberculose* (Arch. génér. Méd. Paris, 1883).
526. RECKLINGHAUSEN et LANKOWSKY. — *Ueber Erysipelas* (VIRCHOW'S Arch. LX).
527. REINKE et BERTHOLD. — *Die Zersetzung der Kartoffel durch Pilze* (Unters. a. d. bot. Laborat. in Göttingen, I, 1879).
528. RENZI (DE) et AMOROSO. — *Ricerche sperimentali sulla rabbia* (Riv. clin. e terap. 1887).
529. RIBBERT. — *Die Schicksale der Osteomyelitis-Coccen im Organismus* (id. 1884).
530. Id. — *Zur Färbung der Pneumoniokokken* (Deutsche med. Wochenschr. 1885).
531. Id. — *Ueber einen bei Kaninchen gefundenen pathogenen Spaltpilz. Bacillus der Darmdiphtherie der Kaninchen* (id. 1887).
532. RIETSCH et BOURGUET (DU). — *Sur un nouveau bacille pyogène* (C. R. Acad. Sc. Paris, CVIII, 1889).
533. RINDFLEISCH. — *Ueber Tuberkelbacillen* (Phys. med. Ges. Würzburg, 1882).
534. ROBIN (C.). — *Des végétaux qui croissent sur les animaux vivants* (Paris, 1847). — *Histoire naturelle des végétaux parasites de l'homme et des animaux* (Paris, 1853).

535. ROBIN (C.). — *Sur la nature des fermentations en tant que phénomènes nutritifs désassimilateurs des plantes* (Jnal. de l'Anat. et de la Physiol. Paris, 1875).
536. ROCHARD. — *Article Pathogénie* (Encyclopédie d'hygiène et de méd. prat., I, 1889).
537. RODET. — *Sur la rapidité de la propagation de la bactérie charbonneuse inoculée* (C. R. Acad. Sc. Paris, XCIV, 1882).
538. Id. — *Étude expérimentale sur l'ostéomyélite infectieuse* (Id. XCIX, 1884).
539. ROLOFF. — *Milzbrand, Entstehung und Bekämpfung* (1882). — *Ueber die Milzbrandimpfung und der Entwicklung d. Milzbrand bacterien* (Arch. f. wiss. u. prakt. Thierheilk. IX).
540. ROSENBACH. — *Beiträge zur Kenntniss des Osteomyelitis* (Deutsch. Zeitschr. f. Chir. X). — *Ueber die acute Osteomyelitis beim Menschen erzeugenden Mikroorganismen* (Centralbl. f. Chir. 1884).
541. Id. — *Microorganismen bei den Wundinfektionskrankheiten des Menschen* (Wiesbaden, 1884).
542. Id. — *Zur Aetiologie des Wundstarrkrampfes beim Menschen* (Arch. f. klin. Chir. XXXIV, 1886).
543. ROSENFELD. — *Ein neuer Bacillus in Kommaform* (Bresl. ärztl. Zeitschr. 1889).
544. ROSENSTEIN. — *Vorkommen der Tuberkelbacillen im Harn* (Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1883).
545. ROSENTHAL. — *Untersuchungen über das Vorkommen von Mikroorganismen in Geschwülsten, namentlich Carcinomen, mit besonderer Berücksichtigung des SCHEUERLEN'S Carcinombacillus* (Zeitschr. f. Hygiene. 1888).
546. ROUX. — *Note sur un moyen de conserver les moelles rabiques avec leur virulence* (Ann. Inst. PASTEUR, 1887). — *Note de laboratoire sur la présence du virus rabique dans les nerfs* (Id. 1888).

- 546 bis. ROUX. — *Sur un procédé technique de diagnose des Gonococci* (C. R. Acad. Sc. Paris, CXX, 1886).
547. Id. — *De l'action de la chaleur et de l'air sur les spores de la bactériidie du charbon* (Ann. Inst. PASTEUR, 1887).
548. Id. — *Nouvelle méthode de cultures sur pommes de terre* (Id. 1887).
549. Id. — *Immunité contre le charbon symptomatique conférée par des substances solubles* (Id. 1888).
550. ROUX et CHAMBERLAND. — *Immunité contre le charbon conférée par les substances chimiques* (Id., 1888).
551. ROUX et YERSIN. — *Contribution à l'étude de la diphtérie* (Id. 1888 et 1889).
552. SALVIOLI et ZÄSLEIN. — *Ueber den Micrococcus und die Pathogenese des croupösen Pneumonie* (Centralbl. f. d. med. Wochenschr., 1883).
553. SANTI-SIRENA. — *Sulla la transmissibilità delle tubercolosi e sua profilassi* (Giorn. intern. d. Sienze med. 1887).
554. SAVASTANO. — *Les maladies de l'Olivier et la tuberculose en particulier* (C. R. Acad. Sc., Paris, CIII, 1886). — *Les maladies de l'Olivier : hyperplasies et tumeurs* (Id., CIII, 1886).
- 554 bis. Id. — *Batterio del marciume dell'uva* (Malpighia, I, 1887).
555. SCHABELSKY. — *Ueber die Beziehung der Sarcina zu Leptothrix buccalis und zu Bacillus ulna* (cité in Bot. Jahresber. VII, 1879).
556. SCHEDTLER. — *Beitrag zur Morphologie der Bakterien* (VIRCHOW's Arch. CVIII, 1887).
557. SCHEUERLEN. — *Ueber die Aetiol. des Carcinoms* (Sitzung. d. Ver. f. inn. Med. in Berlin, 1887 et Deutsche med., Wochenschr., 1887).
558. SCHILL. — *Ueber den regelmässigen Befund von Doppelpunktstäbchen in carcinomatösen und sarcomatösen Geweben* (Deutsche med., Wochenschr., 1887).
559. SCHLEGTENDAL. — *Ueber das Vorkommen der Tuberkelbacillen im Eiter* (Fortschr. d. Med., 1883).

560. SCHLOESING et MUNTZ. — *Recherches sur la nitrification par les ferments organisés* (C. R. Acad. Sc., Paris, LXXXVI, 1878 et LXXXIX, 1879).
561. SCHNETZLER. — *Sur les germes organisés de la nitrification* (Bull. de la Soc. Vaud. des Sc. nat., 3^e série, XXII, 1887).
562. SCHOTTELIUS. — *Zum mikroskopischen Nachweis von Cholerabacillen in Dejectionem* (Fortschr. d. Med., 1885).
- 562 bis. Id. — *Der Rotlauf der Schweine* (Wiesbaden, 1885).
563. Id. — *Biologische Untersuchungen über den Micrococcus prodigiosus* (Leipzig, 1887).
564. SCHRÖN (VON). — *Ueber Tuberkelbacillen und die Tuberkelspore* (59 Versamml. deutsch. Naturf. u. Aerzte zu Berlin, 1886).
565. SCHRÖTER. — *Ueber einige durch Bacterien gebildete Pigmente* (Beitr. z. Biol. d. Pflanzen, I, 2^e part.).
- 565 bis. Id. — COHN - *Kryptogamen-Flora von Schleisen* (III, Pilze, Breslau, 1886).
566. SCHUCHARDT et KRAUSE. — *Ueber das Vorkommen der Tuberkelbacillen bei fungösen und scrophulösen Entzündungen* (Fortschr. der Med., 1883).
567. SCHÜTZ. — *Ueber den Rothlauf der Schweine und die Impfung mit demselben* (Arbeit. a. d. Kais. Gesundheitsamtes, I, 1885).
568. SCHWANN. — *Vorläufige Mittheilung, betreffend Versuche über die Weingährung und Fäulniss* (Ann.-d. Phys. u. Chem., XLI, 1837).
569. SÉDILLOT. — *De l'infection purulente ou pyohémie* (Paris, 1849).
570. SEITZ. — *Bacteriologische Studien zur Typhus-Aetiologie* (München, 1886).
571. SEMMER. — *Hühnerpest* (Deutsch. Zeitschr. f. Thiermed. u. vergl. Pathol., 1878).
572. SERAFINI. — *Sulla esistenza della capsula nel bacillo del carbonchio* (Il Progresso med., 1888).
573. SINETY (DE) et HENNEGUY. — *Sur le microbe de la blennorrhagie* (C. R. Soc. Biol. Paris, 1885).

574. SIROTININ. — *Die Übertragung von Typhusbacillen auf Versuchsthiere* (Zeitschr. f. Hygiene, I, 1886).
575. SMITH. — *Note on the so-called Bacillus Scarlatinæ of D^{rs} JAMIESON and EDINGTON* (Brit. Med. Jnal. 1887).
576. Id. — *A new chromogene Bacillus, Bacillus cœruleus* (Med. News, II, 1887).
577. SOROKIN. — *Eine neue Spirillum-Art* (Centralbl. f. Bakt. u. Parasit. I, 1887).
578. STERNBERG. — *A fatal form of septicæmia in the rabbit, produced by the subcutaneous injection of human saliva* (JOHN HOPKINS Univ. Biol. Labor. Baltimore, 1882). — *The pneumoniococcus of FRIEDLÄNDER (Micrococcus Pasteuri)* (Americ. Jnal. of Med. Sc., 1885).
579. STRAUS. — *Le charbon des animaux et de l'homme* (Paris, 1887). — *Contribution de l'anatomie pathologique de la pustule maligne* (Ann. Inst. PASTEUR, 1887).
580. STRAUS et CHAMBERLAND. — *Passage de la bactériidie charbonneuse de la mère au fœtus* (C. R. Acad. Sc., Paris, XCV, 1882).
581. STRAUS, ROUX, NOGARD et THUILLIER. — *Recherches anatomiques et expérimentales sur le choléra observé en Egypte* (Arch. d. physiol. norm. et pathol. 1884).
582. STRAUS et ROUX. — *Exposé des recherches sur le choléra à Toulon* (Bull. Acad. Méd. Paris, 2^e Sér. XIII, 1884).
583. SURINGAR. — *La Sarcine de l'estomac* (Arch. Néerland., 1866). — *Ein Wort über d. Zellenbau d. Sarcina* (Bot. Zeitung, 1866).
584. TALAMON. — *Note sur le microbe de la diphtérie* (Bull. Soc. Anatom. Paris, LVI, 1881).
585. Id. — *Sur le microbe de la pneumonie* (Bull. Soc. Anatom. Paris, LVIII, 1883 et C. R. Soc. Biol. Paris, 1884).
586. TANGL. — *Zur Morphologie der Cyanophyceen* (Wien, 1883).
587. TAVEL. — (Correspondenzbl. f. Schweiz. Aerzte, 1887).
588. TAYON. — *Sur le microbe de la fièvre typhoïde de l'homme* (C. R. Acad. Sc., Paris, XCIX, 1884 et C. 1885).

589. THIN. — *Bacterium foetidum* : an organism associated with profuse sweating of the sole of the feet, cultivated in vitreous humor (Proc. Roy. Soc. London, XXX, 1880).
590. THOINOT et MASSELIN. — *Septicémie spontanée des lapins* (Précis de Microbie méd. et vétér., Paris, 1889).
591. TIEGHEM (VAN). — *Sur la fermentation ammoniacale* (C. R. Acad. Sc. Paris, LVIII, 1864).
592. Id. — *Sur le Bacillus Amylobacter et son rôle dans la putréfaction des tissus végétaux* (Bull. Soc. Bot. de France, 1877). — *Sur la fermentation de la cellulose* (Id., 1879, et C. R. Acad. Sc., Paris, LXXXVIII, 1879). — *Sur le Bacillus Amylobacter et son rôle dans la putréfaction de la cellulose* (Id. LXXXVIII, 1879). — *Identité du Bacillus Amylobacter et du Vibrion butyrique de M. PASTEUR* (Id., LXXXIX, 1879). — *Sur le ferment butyrique à l'époque de la houille* (Id., LXXXIX, 1879).
593. Id. — *Sur la gomme de sucrerie* (Annal. d. Sc. nat., Bot., 6^e sér., VII, 1878).
594. Id. — *Sur les prétendus cils des Bactéries* (Bull. Soc. Bot. de France, Paris, 1879).
595. Id. — *Développement du Spirillum amyli-ferum* (Id., 1879).
596. Id. — *Sur les spores de quelques Bactéries* (Id. 1879).
597. Id. — *Sur quelques Bactéries agrégées* (Bull. Soc. Bot. de France, Paris, 1880).
- 597 bis. Id. — *Observations sur des Bactériacées vertes, sur des Phycchromacées blanches, et sur les affinités de ces deux familles* (Id., 1880).
598. Id. — *Traité de Botanique* (Paris, 1884).
599. Id. — *Développement de l'Amylobacter dans les plantes à l'état de vie normale* (Bull. Soc. Bot. de France, Paris, 1884).
- 599 bis. TIEGHEM (VAN) et DOULIOT. — *Origine, structure et nature morphologique des tubercules radicaux des Légumineuses* (Id. XXXV, 1888).
600. TIZZONI. — *Studi sulla natura del tifo abdominale* (Ann. univers. di Medicina, 1880).

601. THOMASCHEK. — *Ueber Bacillus muralis* (Bot. Zeitung, 1887 et Bot. Centralbl. XXXV, 1888).
602. TOUSSAINT. — *Sur les bactériidies charbonneuses* (C. R. Acad. Sc., Paris, LXXXV, 1877). — *Preuves de la nature parasitaire du charbon* (Id., LXXXVI, 1878). — *Du charbon chez le cheval et le chien* (Id. LXXXVI, 1878). — *Sur une maladie à forme charbonneuse causée par un nouveau vibrion aérobie* (Id., LXXXVII, 1888). — *De l'immunité pour le charbon acquise à la suite d'inoculations préventives* (Id., XCI, 1880). — *Sur quelques points relatifs à l'immunité charbonneuse* (Id., XCIII, 1881). — *De l'immunité pour le charbon ; note en réponse à M. COLIN* (Bull. Acad. Méd., Paris, 2^e Sér. IX, 1880 et X, 1881).
- 602 bis. Id. — *Identité de la septicémie expérimentale aiguë et du choléra des poules* (C. R. Acad. Sc., Paris, XCI, 1880). — *Sur un procédé nouveau de la vaccination du choléra des poules* (Id., XCIII, 1881).
603. Id. — *Contribution à l'étude de la transmission de la tuberculose* (Id. XC, 1880 et XCIII, 1881). — *Sur le parasitisme de la tuberculose* (Id., XCIII, 1881). — *Sur la contagion de la tuberculose* (Id., XCIII, 1881).
- 603 bis. Id. — *Sur la culture du microbe de la clavelée* (Id., XCIII, 1881).
604. TOUTON. — *Zur Topographie der Bacillen in der Lepra-haut* (VIRCHOW's Arch. CIV, 1886).
605. TRÉCUL. — *Production de plantules amylières dans les cellules végétales pendant la putréfaction* (C. R. Acad. Sc., Paris, LXI, 1865 et LXIII, 1867).
606. TREILLE. — *Sur un bacille courbe existant dans la diarrhée de Cochinchine* (Bull. Acad. Méd. Paris, 1884).
607. TRELEASE. — *Observations on several zoogloæ and related forms* JOHN HOPKINS Univ. (Biol. Labor. Baltimore, 1886).
608. TREVIRANUS. — *Ueber die Neigung der Hülsengewächse zu unterirdischer Knollenbildung* (Bot. Zeitung, 1853).
609. TREVISAN. — *Prospetto della flora Euganea* (Padova, 1842).

- 609 bis. TREVISAN. — *Introduzione allo studio die Bacteri* (Atti d. Inst. Lombardo, 1879).
610. TSCHIRCH. — *Beiträge zur Kenntniss der Wurzelknöllchen der Leguminosen* (Ber. d. deutsch. Bot. Ges. V, 1887).
611. TURPIN. — *Mémoire sur la cause et les effets de la fermentation alcoolique et acéteuse* (C. R. Acad. Sc., Paris, VII, 1838).
612. TYNDALL. — *Les Microbes* (Trad. par DOLLO, Paris, 1882).
613. UNNA. — *Zur Histologie der leprösen Haut* (Monats. f. Dermat, 1885).
614. Id. — *Zur Histologie und Therapie der Lepra* (Verhandl. des 5 Congress f. inn. Med., Wiesbaden, 1886).
615. VESTER (DE). — *Absence des microbes dans les tissus végétaux* (Ann. Inst. PASTEUR).
616. VERNEUIL. — *Sur le parasitisme microbique latent* (Bull. Acad. Méd. Paris, XV et XVI, 1886).
- 616 bis. Id. — *De la non existence du tétanos spontané* (C. R. Acad. Sc., Paris, CV, 1887 et CVI, 1888). — *Études sur la nature, l'origine et la pathogénie du tétanos* (Rev. d. Chir., Paris, 1887 et 1888).
617. VIGNAL. — *Recherches sur les microorganismes de la bouche* (Arch. d. physiol. norm. et pathol. 3^e Sér. VIII, 1886).
- 617 bis. Id. — *Recherches sur les microorganismes des matières fécales* (Id. X, 1887).
618. Id. — *Contribution à l'étude des Bactériacées. Bacillus mesentericus vulgaris* (Paris, 1889).
619. VILLEMEN. — *Cause et nature de la tuberculose; son inoculation de l'homme au lapin* (C. R. Acad. Sc. Paris, LXI, 1865). — *Études sur la tuberculose* (Paris, 1868).
620. VIRCHOW. — *Beiträge zur Lehre von den beim Menschen vorkommenden pflanzlichen Parasiten* (VIRCHOW'S Arch. IX et X, 1856).
621. VOIGT. — *Ueber die Variolen-pustel* (Deutsche med. Wochenschr., 1885).
622. VUILLEMIN. — *Sur une bactériocécidie ou tumeur bacillaire du pin d'Alep* (C. R. Acad. Sc. Paris, CVIII, 1888).

623. VUILLEMIN. — (Annal. Sci. Agronom. I. 1888).
624. WAKKER. — (Arch. Néerland. XXIII, 1888).
625. WARD (MARSHALL-) — *On the tubercular swellings of the roots of Vicia Faba* (Philos Trans. of the Roy. Soc. London, CLXXVIII. 1887).
626. WARMING. — *Om nogle ved Danmarks Kyster levende Bakterier* (avec un résumé français, Copenhague, 1876).
627. WASSERZUG. — *Sur la formation de la matière colorante chez le Bacillus pyocyaneus* (Ann. Inst. PASTEUR, 1887).
628. Id. — *Variations de formes chez les Bactéries* (Id. 1888).
629. WASSILIEFF. — *Die Bacillen des Rotzes und ihre Bedeutung für die Diagnose* (Deutsche med. Wochenschr. 1883).
630. WATSON-CHEYNE, CHESHIRE et FRANK. — *The pathogenic history under cultivations of a new Bacillus B. Alvei* (Jnal. of the Roy. Microscop. Soc. 1885).
631. WEIBEL. — *Untersuchungen über Vibrionen* (Centralb. f. Bakt. u. Parasit. II, 1887 et IV, 1888).
632. WEICHSELBAUM. — *Ueber Tuberkelbacillen in Blute bei allgemeiner acuter Tuberculose* (Wein. med. Wochenschr. 1884). — *Zusammenfassender Bericht über die Aetiologie der Tuberculose* (Centralbl. f. Bakt. u Parasit. III, 1888).
633. Id. — *Zur Aetiologie der Rotzkrankheit des Menschen* (Wien. med. Wochenschr. 1885).
634. Id. — *Ueber die Aetiologie und pathologische Anatomie der acuten Lungenentzündungen* (Wien. med., Jahrb. 1886).
635. Id. — *Ueber die Aetiologie der acuten Meningitis cerebro-spinalis* (Fortschr. d. Med. 1887).
- 635 bis. Id. — *Zur Aetiologie der acuten Endocarditis* (Centralbl. f. Bakt. u. Parasit. II, 1887).
636. WEIGERT. — *Bemerkungen über die OBERMEIER'schen Recurrenzfäden* (Deutsche med. Wochenschr. 1876).
637. Id. — *Zur Bacterienfrage* (Berl. klin. Wochenschr. 1877).

638. WEISS. — *Le microbe du pus blennorrhagique* (Nancy, 1880).
639. WELCKER. — *Ueber Sarcina insbesondere ihr Vorkommen im Urine des Menschen* (Zeitschr. f. rat. Med. 1859).
640. WERNICH. — *Typhus Bacillen* (Sitzung d. Vereins f. inn. Med. Berlin, 1880). — *Studien und Erfahrungen über den Typhus abdominalis* (Zeitschr. f. klin. Med., IV). — *Der abdominal Typhus, Untersuchungen über sein Wesen, seine Tödlichkeit und seine Bekämpfung* (Berlin, 1882).
641. WIGAND. — *Bakterien innerhalb des geschlossenen Gewebes der knöllenartigen Anschwellungen des Papilionaceen-Wurzeln* (Bot. Hefte-Fors. a. d. bot. Gart. zu Marburg, 1887).
642. WINOGRADSKY. — *Über Schwefelbakterien* (Bot. Zeitung, 1887).
643. Id. — *Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Bakterien. — I. Zur Morphologie und Physiologie der Schwefelbakterien* (Leipzig, 1888).
644. Id. — *Ueber Eisenbakterien* (Bot. Zeitung, 1888).
645. Id. — *Recherches physiologiques sur les sulfobactéries* (Ann. Inst. PASTEUR, 1888).
646. Id. — *Sur le pléomorphisme des Bactéries* (Id. 1889).
647. WOLF. — *Ueber Erysipelas* (VIRCHOW'S Arch., LXXXI).
648. WORONIN. — *Ueber die bei der Schwarzerle (Alnus glutinosa) und der gewöhnlichen Gartenlupine (Lupinus mutabilis) auftretenden Wurzelanschwellungen* (Mém. Acad. d. St-Petersbourg, X, 1866 et Ann. Sc. Nat. Bot. 5^e série VII).
649. WUNSCH. — *Histoire naturelle des champignons* (Trad. par DE LANESEAN, Paris, 1882).
650. WYSSOKOWITSCH. — *Ueber die Schicksale der ins Blut injicirte Microorganismen im Körper der Warmblüter* (Zeitschr. f. Hygiene, I, 1886).

651. YERSIN. — *De l'action de quelques antiseptiques et de la chaleur sur le bacille de la tuberculose* (Ann. Inst. PASTEUR, 1888). — *Étude sur le développement du tubercule expérimental* (Id., 1888).
652. ZAGARI. — *Experienze intorno alla transmissibilit  della madre al feto attraverso la placenta e per mezzo dellatte.* (Giorn. Internaz. d. Scienze med., 1888).
653. ZARNIKO. — *Zur Kenntniss des Diphterie bacillus.* (Centralbl. f. Bakt. u. Parasit. VI, 1889).
654. ZEISSL (VON). — *Ueber den Diplococcus NEISSER's* (Wien. Klinik. 1886).
655. ZENKER. — *Sarcina in der Lunge* (Zeitschr. f. rat. Med. 1853).
656. ZIEHL. — *Einige Beobachtungen über den Bacillus Malariae KLEBS* (Deutsch. Med., Wochenschr. 1882).
657. Id. — *Ueber das Vorkommen des Pneumoniococcen im pneumonischen Sputum* (Centralbl. f. d. med. Wochenschr. 1883).
658. ZOPF. — *Entwicklungsgeschichtl. Untersuchungen über Crenothrix polyspora, die Ursache d. Berliner Wassercalamit t* (Berlin, 1879).
659. Id. — *Ueber den genetischen Zusammenhang von Spaltpilzformen* (Sitzungsber. d. Berlin. Akad. d. Wissensch. 1881).
660. Id. — *Zur Morphologie der Spaltpflanzen* (Leipzig, 1882).
661. Id. — *Ueber Bacterium merismopedioides* (Sitzungsber. d. Botan. Vereins d. Prov. Brandenburg, 1882).
662. Id. — *Die Spaltpilze, nach dem neuesten Standpunkte bearbeit* (in Encyklop. der Naturwissensch. Breslau, 1885).
-

EXPLICATION DES PLANCHES.

Toutes les figures ont été dessinées à la chambre claire de MALASSEZ, et la plupart à l'aide de deux grossissements différents : l'un de 600 diamètres, avec l'objectif à sec n° 9 et l'oculaire n° 3 de VÉRICK ; l'autre, au grossissement de 1600 diamètres, avec l'objectif à immersion homogène et l'oculaire n° 3 de VÉRICK (tube tiré). Dans ce dernier cas, on s'est servi, pour l'éclairage, du condenseur ABBE. — Les autres grossissements seront signalés dans la légende particulière de chaque figure.

Lettres communes à toutes les figures.

Les différentes formes d'éléments bactériens sont indiquées par des lettres grecques :

α	désigne un élément en forme de.....	<i>Leptothrix</i> ,
β	»	» <i>Bacillus</i> ,
γ	»	» <i>Bacterium</i> ,
δ	»	» <i>Vibrio</i> ,
ϵ	»	» <i>Spirillum</i> ,
θ	»	 un corpuscule cocciforme,
θ^1	»	 une spore endogène.

Les chiffres *exposants*, placés à droite et en haut de ces lettres, indiquent les différentes phases de segmentation d'un même élément. Ainsi : γ^1 désigne un élément en *Bacterium* long ; γ^2 un élément en *Bacterium* de moyenne longueur ; γ^3 un *Bacterium* court ; γ^4 un *Bacterium* très court : c'est le *Bacterium* elliptique-ovalaire, terme ultime de la segmentation des éléments de forme rectiligne. $\epsilon^1, \epsilon^2, \epsilon^3, \epsilon^4, \dots \epsilon^n$ indiquent des éléments en *Spirillum* à 1, 2, 3, 4, n tours de spire.

Les lettres en italique *a, b, c, \dots*, placées également à la droite des lettres grecques, servent à désigner différents éléments de forme identique, qui peuvent se rencontrer associés sur un même filament, ou dans une même formation zoogléique.

La lettre générale *G* désigne la gaine filamenteuse, quand le filament n'a qu'une seule gaine. Dans le cas où il existe deux gaines, *Gi* désigne la gaine interne, *Ge* la gaine externe gélatiniforme. Cette désignation *Ge* sert également pour l'enveloppe générale des formations zoogléiques.

Un seul *indice* ($\cdot$), placé à droite et en bas des lettres grecques, montre que

l'élément est en voie de division ; deux indices (,,) montrent que la division est achevée, mais que les deux éléments nouveaux sont encore accouplés. Ainsi, $\gamma^1,,$ indique un couple de deux *Bacterium*, autrement dit un *Diplobactérium*.

PLANCHE IV.

Cladothrix dichotoma. — Formation et germination des spores endogènes. — Formes de dégénérescence.

Fig. 1. — Un système ramifié polycladé, montrant la formation des *corpuscules cocciformes* (θ) par rétraction progressive du protoplasme vers le centre des éléments.

Fig. 2. — Portion d'extrémité libre d'un rameau montrant les différents stades de la formation des spores : 1° rétraction du protoplasma sous forme de masse rectangulaire prenant fortement les matières colorantes (voir γ^2a , γ^3a) ; segmentation de cette masse rectangulaire au sein même de l'élément, en masses rectangulaires plus petites (voir γ^2b , γ^2c), et enfin transformation de ces dernières en *corpuscules* arrondis, *cocciformes* (θ), qui eux-mêmes, en augmentant de volume et s'entourant d'une épaisse *exospore*, deviennent des *Spores* (θ^1).

Fig. 3. — Transformation des *corpuscules cocciformes* en spores sur une portion *dissociée* de filament.

Fig. 4. — Stades successifs de la germination de la spore observés dans un même essaim zoogléique.

Fig. 5. — Même succession de stades dans leur ordre de développement, depuis le *corpuscule cocciforme* (θ) et la spore (θ^1), jusqu'à la formation du premier filament *monocladé* *AB*, origine de la future touffe d'un système *polycladé* définitif.

θ^1a . Spore augmentée de volume, ayant perdu sa réfringence, prise au moment où elle va germer ; *Pg* point germinatif, d'où prendra naissance le germe du filament.

0¹b. La spore commence à germer : l'exospore s'est gélifiée en *Co* et se soulève en une calotte gélatiniforme qui sera l'origine de la gaine externe filamenteuse (*Ge*). A ce moment, la spore est composée de deux parties hémisphériques inégales : l'une supérieure formée par la calotte gélatiniforme *Co*, l'autre encore entourée de l'exospore épaisse, avec le point germinatif *Pg*.

0¹c. La spore augmente encore de volume. Apparition du germe initial du filament monoclade *AB*, qui prend naissance du point germinatif, et soulève la calotte gélatiniforme *Co*.

0¹d, 0¹e. Le filament continue à croître, et s'est déjà divisé en deux *Leptothrix* (α^1 , α^1a).

0¹g. Le filament monoclade est complètement formé. Il ne reste plus de la spore qu'un vestige d'exospore, sous forme de *plaque d'attache* (*Pa*).

Fig. 6. — Système bicladé montrant : 1^o à la base, l'épaississement des gaines interne et externe, devenues ocreuses ; 2^o au sommet, la dégénérescence granuleuse et l'hypertrophie des éléments.

Fig. 7. 8. — Deux portions de filament, à gaine interne gélifiée, à gaine externe épaissie et ocreuse, à éléments très hypertrophiés et chargés de granulations (*Gr*).

Fig. 9. — Éléments *dissociés* de toute forme atteints de dégénérescence granuleuse.

N.-B. — Le procédé de coloration des figures des planches *I*, *II*, *III*, *IV*, est le même, c'est-à-dire : 1^o solution iodo-iodurée ; 2^o solution aqueuse de violet de méthyle 5 B, ou de fuchsine.

PLANCHE V.

Bacterium osteophilum. — Développement de l'état *filamenteux* et de l'état *dissocié*.

Fig. 1. — Trois filaments jeunes, formés d'un seul élément en *Leptothrix*.

- Fig. 2. 3. 4. 5. 11. — Filaments segmentés en éléments de formes rectilignes variées.
- Fig. 6. 7. 8. 9. 10. — Filaments segmentés en éléments rectilignes divers, sur le point de passer à l'état dissocié.
- Fig. 12. — Passage des formes filamenteuses rectilignes aux formes courbes en *Vibrio*.
- Fig. 13. — Passage de la forme courbe à la forme spiralée.
- Fig. 14. — Long *Streptospirillum* décomposé en *Spirillum* plus courts, à spire effacée, et en *Vibrio*.
- Fig. 15. 16. — Deux *Streptospirillum* se décomposant à l'une de ses extrémités en *Vibrio* et en *Bacterium*.
- Fig. 17. — Un filament en vrille formé de *Vibrio* et de *Bacterium* courts.
- Fig. 18. — *Streptospirillum* formé d'une chaîne de *Vibrio*.
- Fig. 19. — Long *Spirochæte* entrelacé, formé de plusieurs *Vibrio*.
- Fig. 20. — *Spirochæte* entrelacé, formé de plusieurs *Vibrio* (la figure est défectueuse : les éléments sont moins volumineux que l'indique le grossissement, et les deux branches de la torsade sont plus rapprochées, dans la réalité).
- Fig. 21. — *Spirochæte* entrelacé, montrant des *Spirillum*, des *Vibrio* et des *Bacterium*.
- Fig. 22. 23. — Filaments formés de plusieurs *Vibrio* et *Bacterium* sur le point de passer à l'état dissocié.
- Fig. 24. 25. 25. 26. 27. 28. — Différentes formes d'éléments rectilignes à l'état dissocié.
- Fig. 29. — Dissociation d'un *Spirillum* libre et mobile, et à spire effacée, en plusieurs *Vibrio*.
- Fig. 30. — Différentes formes de *Vibrio* à l'état dissocié.
- Fig. 31. — Stades successifs de la transformation d'un *Vibrio* en *Bacterium* court.

PLANCHE VI.

Bacterium osteophilum. — Formation et germination des spores endogènes. — Développement de l'état zoogléique.

- Fig. 1. 2. 3. — Transformation du protoplasma des filaments en corpuscules ovalaires *bactériiformes*, puis en corpuscules *cocciformes*, et enfin en spores.
- Fig. 4. — Différentes formes d'éléments sporifères, réunis dans un même point de la préparation et germination des spores en filaments d'abord indivis, formés d'un seul *Leptothrix* (A), puis se segmentant en éléments de plus en plus nombreux (B, C).
- Fig. 5. — Différentes formes d'éléments sporifères isolés.
- Fig. 6. — Transformation des *corpuscules cocciformes* en spores à l'intérieur d'un filament.
- Fig. 7. — Germination d'une spore en un filament présentant différentes formes d'éléments rectilignes, courbes et spiralés (à spire effacée).
- Fig. 8. — Début de l'état zoogléique. Groupement de filaments suivant différents *centres de dispersion* (A, B, C, D).
- Fig. 9. — Stade *scorpioïde* de l'état zoogléique.
- Fig. 10. — Stade *scorpioïde* plus avancé, montrant l'épaississement des groupes capsulaires, et surtout la formation en *Tétrade* ou en *Merismopedia*.
- Fig. 11. — Formation du stade *aciniforme*.
- Fig. 12. — *Stade aciniforme* complet.
- Fig. 13. — Analyse d'un *centre de dispersion* du début de l'état zoogléique.

PLANCHE VII.

Bacterium osteophilum. — Suite de développement de l'état zoogléique.

Analyse comparative de deux groupes similaires (*I, II*), où l'on voit les stades successifs de l'état zoogléique, débutant, d'une part (en *I*), par un seul élément de forme rectiligne en *Leptothrix*, d'autre part (en *II*), par un seul élément de forme spiralée (ϵ^1), et aboutissant, de part et d'autre, à la zooglée *aciniforme*, composée d'éléments en *Bacterium* courts elliptiques-ovulaires (γ^4).

Fig. 1. 2. 3. 4. 5. 6. — Stades successifs de développement de l'élément unique encapsulé, en capsules *merismopédiques*.

Fig. 7. — Longue capsule, à membrane gélatiniforme épaisse divisée en capsules secondaires, montrant le développement du stade *Merismopedia*.

Fig. 8. — Passage du stade *Merismopedia* au stade *aciniforme*.

Fig. 9. — Formation du stade *aciniforme*.

N.-B. — Le mode de coloration des planches V, VI et VII, est le même pour toutes les figures, savoir :

1° Solution aqueuse concentrée de vésuvine ;

2° Solution aqueuse concentrée de violet de méthyle 5 B ;

3° Solution iodo-iodurée (après lavage de la préparation à l'eau distillée).

PLANCHE VIII.

Bacterium Balbianii. — Développement de l'état zooglétique.

- Fig. 1. — Aspect de l'état zooglétique cérébroïde parfait, sur gélose nutritive (Gross. 30 diamètres. — Obj. n° 0. — Ocul. n° 2. VÉRICK).
- Fig. 2. — Début de l'état zooglétique. Les masses serpentiformes (*A, B, C, D, E, F, H*) s'unissent entre elles, et dessinent déjà des îlots (*I, II, III*) (Gross. 120 diam. — Obj. n° 2. Ocul. n° 2. VÉRICK).
- Fig. 3. — Les masses serpentiformes du centre de la figure se sont complètement réunies pour former des îlots cérébroïdes (*I, II, III, IV*). A la périphérie, quelques-unes de ces masses sont encore isolées et s'appêtent à s'unir pour former de nouveaux îlots. (Gross. 120 diam. — Obj. n° 2. Ocul. n° 2. VÉRICK).
- Fig. 4. — Stade *Merismopedia* de l'état zooglétique. Les capsules *mérismopédiques* se disposent en traînées qui sont l'ébauche des masses serpentiformes précédentes. (Gross. 1600 diam. — Obj. n° 12 (Imm. homog.). — Ocul. n° 3. VÉRICK. — Condens. ABBE. — Tube tiré).
- Fig. 5. — Formation des masses serpentiformes. Les capsules *mérismopédiques* du stade précédent se sont développées. Elles sont plus ou moins arrondies, renferment maintenant un grand nombre d'éléments bactériens, et s'agrègent en différents groupes (*I, II, III*), qui évoluent peu à peu vers la disposition serpentiforme. En *I*, on voit quatre groupes de capsules (*A, B, C, D*), encore distincts les uns des autres, mais déjà réunis à la périphérie par une gangue gélatiniforme commune. Dans le groupe *C*, les cap-

sules sont encore groupées sans ordre déterminé ; en *D*, les capsules se rangent déjà suivant deux rangées parallèles (*a a'*), séparées par un intervalle (*b*) ; en *A* et *B*, cette disposition s'accroît davantage. En *II* et *III*, sont deux groupements plus avancés encore dans leur développement. La forme serpentiforme est nettement accusée, en *II*. Le sillon est complet (*b*), et les deux rangées de capsules périphériques et parallèles se dessinent de plus en plus sous forme de deux rebords surélevés, à un seul rang de capsules. En *III*, les capsules commencent, par suite de leur développement, à se serrer les unes contre les autres, et à prendre la forme cylindrique (Gross. 400 diam. — Obj. F. — Ocul. n° 1. ZEISS).

Fig. 6. — Les masses serpentiformes sont complètement développées et montrent les deux rebords capsulaires périphériques, formés de capsules dont l'aspect rappelle la disposition d'un épithélium cylindrique. En *II*, ces capsules entrent en déhiscence et versent leurs éléments dans le sillon *i*. (Gross. 400 diam. — Obj. F. — Ocul. n° 1. ZEISS).

Fig. 7. — Stades successifs du développement de l'état zooglérique, depuis la disposition des éléments en chaînes filamenteuses (*A, B, C, D, E*) entourées d'une gaine gélatiniforme, jusqu'à la formation capsulaire complète (*H, G*), en passant par les stades *Merismopedia* (*F*) et *Sarcina* (*G, a. b*). (Gross. 1600 diam. — Obj. n° 12. Imm. homog. — Ocul. n° 3, VÉRICK. — Condens. ABBE. — Tube tiré).

Fig. 8. — Mode de déhiscence des capsules cylindriques (*a, b, c, d*). (Gross. 900 diam. — Obj. n° 12 Imm. homog. — Ocul. n° 3. VÉRICK).

Fig. 9. — Eléments en *Micrococcus* (*A*), *Diplococcus* (*B*), *Tetracoccus* (*E*) et *Streptococcus* (*C*) des capsules cylin-

driques. (Gross. 1600 diam. — Obj. n° 12. Imm. homog. — Ocul. n° 3. VÉRICK. — Condens. ABBE. — Tube tiré).

PLANCHE IX.

Bacterium Balbiani. — Développement de l'état filamenteux et de l'état dissocié.

Fig. 1. — Développement de l'état filamenteux (Milieu de culture : décoction de laminaires dans l'eau de mer, de densité 1,029). *A*, au bout de 24 heures, à la surface du liquide : les éléments immobiles se présentent sous forme de *Bacterium* courts (γ^3 , γ^4), de *Diplobacterium* (*a*), et de *Streptobacterium* (*b*) ; — *B*, au bout de 36 heures : les *Streptobacterium*, à grand nombre d'éléments, dominant (*b*, *c*, *d*). — *c*, au bout de 48 heures : l'état filamenteux est constitué, sous forme de filaments immobiles, à éléments de formes rectilignes diverses (*a*, *b*, *c*, *d*).

Fig. 2. — Développement de l'état filamenteux, avec éléments de formes courbes et spiralées (culture dans la décoction de laminaires, étendue d'une fois son poids d'eau de mer). — *A*, état filamenteux développé à la surface du liquide ; — *B*, *C*, état dissocié à éléments mobiles, dans l'intérieur du liquide.

Fig. 3. — Transformation des éléments de forme rectiligne en éléments de forme arrondie, ou *Micrococcus* (culture dans du bouillon de morue alcalinisé).

Fig. 4. — *A*. Etat dissocié. Éléments mobiles en forme de *Bacillus* (culture dans du bouillon de morue acide).
B. *C*. *D*. Transformation des éléments de forme rectiligne en éléments de forme arrondie, ou *Micrococcus* (culture précédente transplantée sur gélose

nutritive), — *B*, développement des *Bacillus mobiles* en filaments *immobiles*, 24 heures après l'ensemencement; — *C*, dissociation des filaments de l'état précédent en tronçons plus courts, dont quelques-uns affectent la forme en *crosse* (*a, b, c*), et en *Bacterium* groupés quatre par quatre (*d*); — *D*, transformation des *Bacterium* de l'état précédent en *Micrococcus* (Les figures 1, 2, 3, 4 sont dessinées au grossissement de 1600 diam. — Obj. n° 12. Imm. homog. — Ocul. n° 3. VÉRICK. — Condens. ARBE. — Tube tiré).

Fig. 5. — Culture de la forme *Micrococcus* sur gélatine nutritive (*en tubes*, et par inoculation en piqûre profonde). — *A*, 24 heures et *B*, 48 heures après l'ensemencement.

N. B. — Procédé de coloration, pour toutes les figures des planches VIII et IX :

1° Mélange, à parties égales, de deux solutions hydro-alcooliques, l'une à base de vésuvine, l'autre à base de fuchsine ou de violet de méthyle 5 B ;

2° Solution iodo-iodurée (après lavage à l'eau-distillée) (1).

(1) Les solutions hydro-alcooliques s'obtiennent en faisant dissoudre la matière colorante dans une petite quantité d'alcool absolu ou à 90°, et ajoutant ensuite la quantité d'eau distillée suffisante pour atteindre le degré de coloration plus ou moins intense que l'on désire.

Vu et approuvé :

Paris, le 29 novembre 1889.

Le Doyen de la Faculté des Sciences,
G. DARBOUX.

Vu et permis d'imprimer :

Paris, le 29 novembre 1889.

Le Vice-Recteur de l'Académie de Paris,
GRÉARD.

TABLE.

	Pages.
Avant-propos.....	5
Introduction et historique.....	7
Tableau de terminologie générale.....	26
 I. Cladothrix dichotoma . Formation et germination des spores endogènes.....	28
 II. Bacterium Balbianii nov. sp.....	47
» État zoogléique.....	48
» État filamenteux.....	65
» État dissocié, État enchevêtré.....	68
 III. Bacterium osteophilum nov. sp.....	88
» État filamenteux.....	89
» État dissocié.....	101
» État enchevêtré.....	104
» État zoogléique.....	107
» Formation et germination des spores.....	121
» Résultat des cultures pures de <i>B. osteophilum</i> dans les milieux stérilisés solides et liquides..	126
Conclusions.....	137
Index bibliographique.....	149
Explication des Planches.....	204

DEUXIÈME THÈSE

Propositions données par la Faculté :

ZOOLOGIE. — Développement phylogénique et ontogénique du système nerveux.

GÉOLOGIE. — Formations coralliennes ; leur rôle dans le présent et le passé.

Vu et approuvé :

Paris, le 29 Novembre 1889, .

Le Doyen de la Faculté des Sciences ,
G. DARBOUX.

Vu et permis d'imprimer :

Paris, le 29 Novembre 1889,

Le Vice-Recteur de l'Académie de Paris ,
GRÉARD.







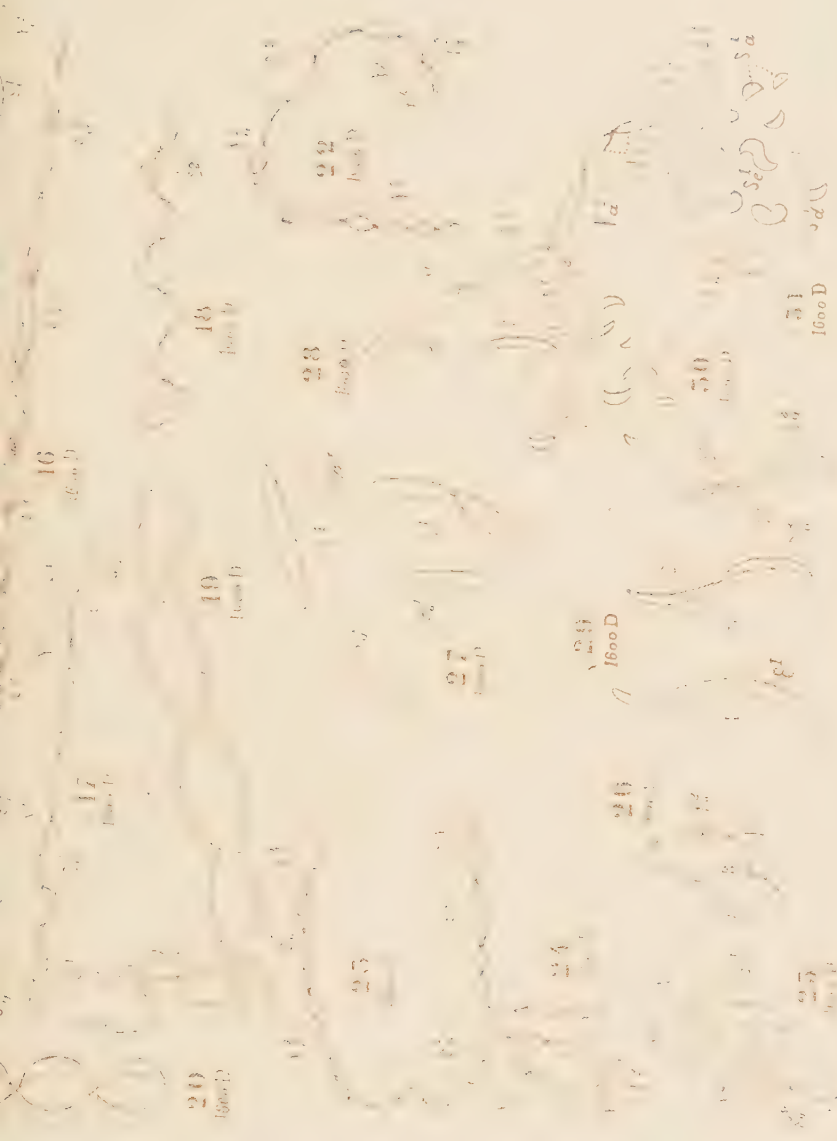






Figure V





BACCHARIS OSTROPHYLUM

(Baccharis ostrophylum)



Planche VI





13

1600 D

C. Ruggie lith.

BACTERIUM OSTEOPHILUM

A. Billet aut. cam luc. del.



BACTERIUM OSTEOFILUM

Planche VII



Fig. 1

Fig. 2

Fig. 3

Fig. 4

Fig. 5

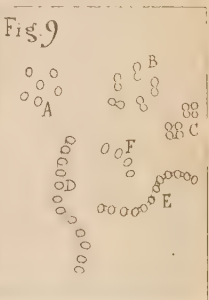
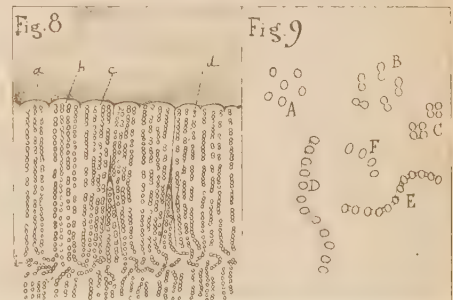
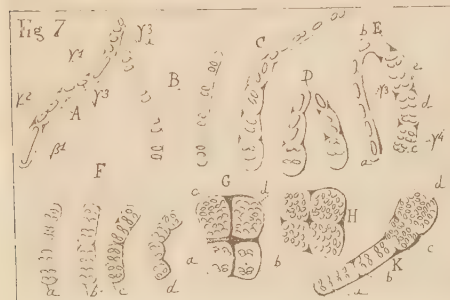
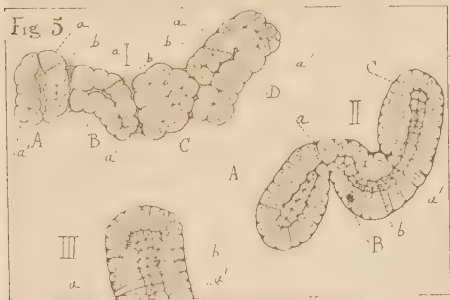
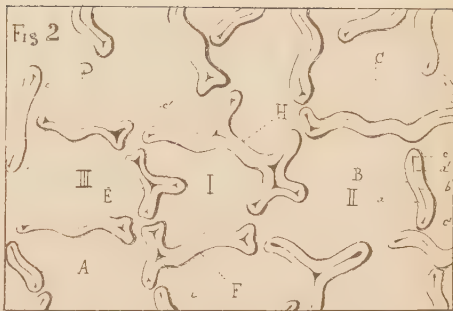
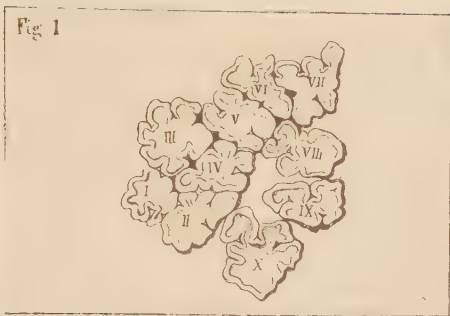
Fig. 6



BACTERIUM PARASITICUM

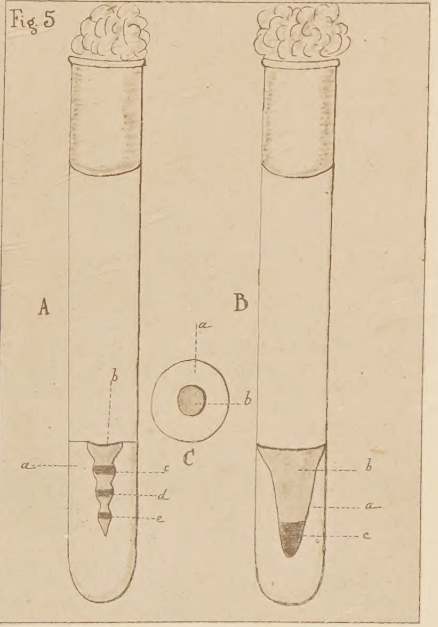
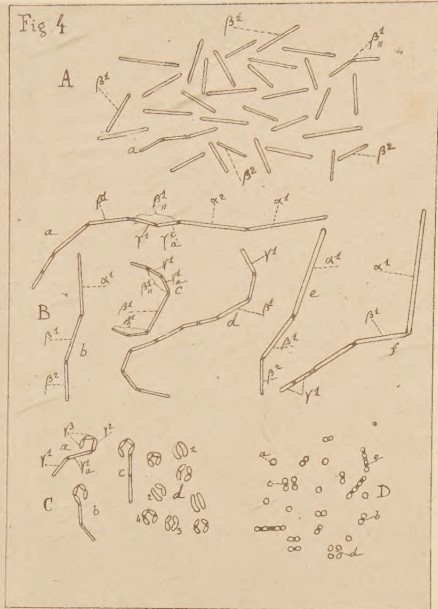
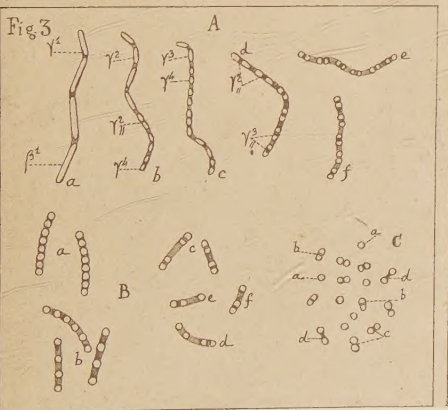
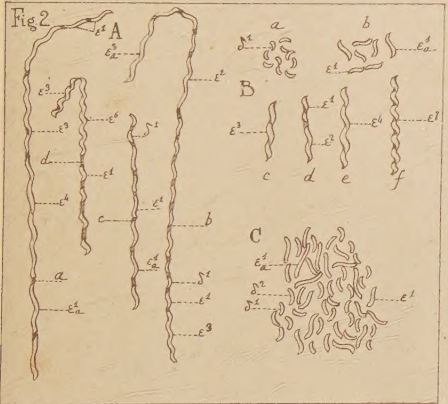
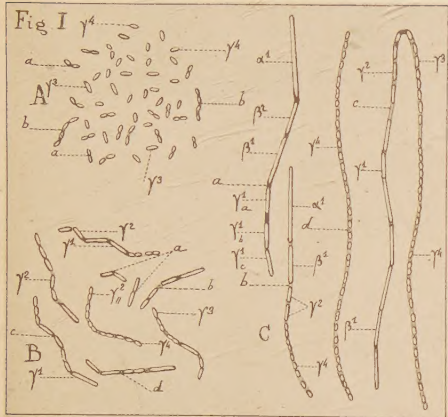
U. S. Bot. and Agric. Soc. 1881





A. Billet del.

Glyptographie Silvestre et Cie, Paris



A. Billet del.

Glyptographie Silvestre et Cie, Paris.

